



228

الطريق إلى المريخ

تأليف
م. سعد شعبان

سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب - الكويت



سلسلة كتب ثقافية شهرية يصدرها المجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب ـ الكويت

صدرت السلسلة في يناير 1978 بإشراف أحمد مشاري العدواني 1923 ـ 1990

228

الطريق إلى المريخ

تأليف

م. سعد شعبان



المحتوى

المحتوى
المحتوى
المحتوى

المحتوى
المحتوى
المحتوى
المحتوى


المحتوى
المحتوى
المحتوى
المحتوى

مقدمـه

خلال الشهور القليلة الماضية وبخاصة شهر يوليو 1997، احتلت أخبار المريخ الصفحات الأولى من الصحف العالمية. كان بعضها يؤكد اكتشاف دلائل للحياة على سطحه. وبعضها الآخر يشير إلى ظهور أهرام في صور التقطتها سفن الفضاء. وأصبحت أخبار المريخ تتصدر الأنباء العالمية بعدما نجحت الولايات المتحدة الأمريكية، في أن تضع على سطحه السفينة «مستكشف الطريق» (باث فيندر) التي خرجت منها عربة آلية صغيرة لتجس صخوره، وتتعرف على عناصرها.

ولقد استحوذ هذا الكوكب على اهتمام العلماء منذ فرغوا من استكشاف القمر. لذلك رأيت أن أقدم لقراء العربية الجهود الفضائية التي بذلت لتعبيد الطريق لوصول الإنسان إلى هذا الكوكب، وخاصة بعد أن أصبح الوصول إليه هدفا قوميا أمريكيا تحدد له عام (2019)، بل هدفا دوليا تتعاون أكثر من عشر دول على تحقيقه.

وإنه ليشرفني أن أقدم موفور الشكر إلى «الأستاذ الدكتور فؤاد زكريا»، الذي أسعدني بإبداء آراء قيمة في مادة الكتاب. بعد أن عكف على مراجعة أسلوبه، وعباراته، وموضوعاته بدقة بالغة إلى درجة أذهلتني.

ويشرفني أيضا أن أقدم الشكر الجزيل إلى صديقي العزيز «الأستاذ الدكتور فاروق الباز» عالم الفضاء المبـرَّز، وأن أشهد له بالفضل، خاصة أن

أغلب مراجع هذا الكتاب من هداياه التي أمدني بها من إصدارات «وكالة الفضاء الأمريكية» على مدى نصف قرن. ولقد أسعدني بالمقدمة التي تتوج هذا الكتاب، والتي ينسب إلي فيها قدرا لا أستحقه، بعد أن قرأ مادته العلمية، وطمأنني إلى سلامة معلوماتها ودقتها.

ولا يفوتني أن أرد الفضل لأهله، وأقدم خالص امتناني إلى «الأستاذ الدكتور سليمان العسكري» الأمين العام للمجلس الوطني للثقافة والفنون والآداب، الذي أتاح لي فرصة وضع هذا المؤلف أمام قراء العربية في هذه السلسلة العريقة.

ولعلي فيما سلكت وبحثت أكون قد وفقت. والله هو ولي كل توفيق.

القاهرة : أغسطس 1997 — المهندس/سعد شعبان

تقديم

بقلم الدكتور فاروق الباز

انبهر الإنسان منذ فجر التاريخ بما رأى في سماء الأرض من شمس ساطعة نهارا وظلام دامس ليلا. وكلما تمعن الإنسان في سماء الليل رأى القمر يتغير شكلا وموضعا، يكتمل ثم يختفي بحساب، حوله باقة من الكواكب تسير في مدارات وتعود إلى مواقعها بين آونة وأخرى. خلف كل ذلك رأى النجوم الثابتة في مكانها تمثل تجمعات بأشكال عديدة. هكذا تعلم الإنسان أن الكون الفسيح هو من صنع خالق جبار وضع كل شيء في مكانه بحكمة وقدرة إلهية.

كوكب المريخ بخاصة، له تاريخ حافل في فكر الإنسان، لأنه دون كواكب المجموعة الشمسية بأسرها له لون أحمر باهر. لهذا السبب سماه الإغريق باسم إله الحرب «مارس» لأن لونه بلون الدم، وسماه علماء الفلك العرب «القاهر» لنفس السبب. ويقال إن مدينة «القاهرة» سميت هكذا لأن جوهر الصقلي سأل علماءه أن ينتظروا إشارة من السماء، لتسمية المدينة الجديدة التي أمر ببنائها بالقرب من الفسطاط التي كانت عاصمة مصر قبل عهده. ولما كان كوكب القاهر في صعود اختير اسم «القاهرة» للعاصمة الجديدة. وبناء على ذلك تقدمت باقتراح إلى «الاتحاد العالمي لعلوم الفلك» طالبا تسمية أحد تضاريس المريخ باسم «القاهرة». وتم قبول الاقتراح بوضع «وادي القاهرة» اسما لأحد الأودية على سطح الكوكب، وتشمله حاليا جميع

خرائط الكوكب أينما طبعت في العالم بأسره.

بعد استخدام المنظار الفلكي اتضح أن للمريخ قمرين، وأن لون سطحه يتغير من وقت لآخر. وقد اعتقد الكثيرون أن هذا الاختلاف في الألوان يعني أن هناك مخلوقات تزرع المحاصيل وتحصدها في مواسم مختلفة. أثار ذلك احتمال وجود كائنات عاقلة على كوكب قريب من الأرض، وخصوصا أن الفلكي الإيطالي «جيوفاني سكياباريللي» رسم خريطة للمريخ بها خطوط تشبه القنوات، وقد نتج عن ذلك كتابات عديدة أثار بعضها احتمال قيام الحرب بين ساكني الكواكب.

وبعد إرسال سفن الفضاء إلى المريخ، أثبتت صورها أن التغييرات التي تطرأ على سطحه ليست بيولوجية (أي نتيجة لوجود نباتات تنمو وتجف)، ولكنها مناخية (أي تنتج عن حركة الرياح ونقل الأتربة والرمال من مكان إلى آخر).

من أهم صفات المريخ أنه يشبه إلى حد كبير صحراء الأرض. وقد اتضح ذلك في رحلات استكشاف الكوكب بواسطة سفن فضاء مختلفة، أثبتت أن الكوكب مرت عليه في قديم الزمن عصور مطيرة كونت وديانا تشبه وديان الصحراء العربية. وبعد زمن جف المناخ واختفت الأمطار ولم يتبق غير الرياح، كعامل أساسي في بدء العواصف الترابية «بعضها يغطي الكوكب بأكمله» وينتج عنها تكوين الكثبان الرملية، بأعداد هائلة (أكبر مجموعة من الكثبان الرملية المعروفة في الكون بأكمله إلى يومنا هذا هي التجمع حول القطب الشمالي للمريخ). لذلك فإننا في دراستنا لتضاريس المريخ نحاول فهم تضاريس الصحراء ، والنقيض صحيح.

ازداد الاهتمام بكوكب المريخ ازديادا مطردا، بعد أن اكتشف زملاء جيولوجيون بقايا حفرية لما يشبه البكتيريا على الأرض. تم ذلك أثناء دراسة جزء من عينة من 13 نيزكا ذات تركيب كيميائي معين يحدد أن المريخ هو مصدرها. ويعني هذا أن الكوكب ربما كانت به مخلوقات، ولو بدائية، عندما كانت المياه تسري على سطحه في قديم الزمن. وقد دعم هذا الاحتمال إحياء مشاريع استكشاف الكوكب ليس فقط آليا ولكن أيضا بواسطة رواد الفضاء مستقبلا.

لذلك يأتي هذا الكتاب في وقته، حيث يعرض للقارئ العربي صورة

صحيحة ومستفيضة عن كوكب المريخ، بوصفه أحد أفراد المجموعة الشمسية، وعن تاريخ رصده وازدياد المعرفة بتضاريسه وتاريخ تطورها. كما يشرح الكتاب بإسهاب نتائج الرحلات الفضائية التي دارت حول الكوكب أو هبطت على سطحه (من أمريكا أو روسيا)، ويبين نتائج الدراسات بالتصوير والتحليل الكيميائي للصخور والتربة.

إضافة إلى المعلومات العلمية الدقيقة، يقدم الكتاب بعض المعلومات التي تهم القارئ، كما يشتمل على تلخيص للأساطير التي شاركت صفات المريخ في فكر الإنسان. ويقدم أيضا احتمالات استكشاف الكوكب في بداية القرن القادم.

كل هذا وضعه المؤلف في صيغة سلسة ولغة سهلة دون الإقلال من المادة العلمية وأهميتها. وهذه في الحقيقة هي أهم صفات مؤلف الكتاب، حيث إنه يستطيع معالجة أكثر المعلومات العلمية تعقيدا بأسلوب سهل. وله قدرة فائقة على تبسيط العلم والتكنولوجيا للقارئ، غير المختص، وهذه موهبة من عند الله عز وجل،لا يجود بها إلا لنفر قلائل.

لقد تعرفت على مؤلف الكتاب منذ ربع قرن، عندما كان مديرا لمكتب السيد رئيس جمهورية مصر العربية، بعد ترك عمله كلواء مهندس بالقوات الجوية بوزارة الدفاع المصرية. منذ ذلك الحين، وجدته طالبا مثابرا للعلم والمعرفة، يتوق دائما إلى توجيه الأسئلة حول نتائج مشاريع الفضاء أولا فأولا ودون ملل. وجدته إنسانا بسيطا متواضعا يشعرك براحة النفس والقبول. وجدته أيضا مثابرا في عمله لا يكل، يترجم كل ما يهمه ويحاول الإلمام بكل جوانب الموضوع. ووجدته إنسانا مخلصا يطمح دائما لنشر العلم ودعم العلماء من بني وطنه.

أحيي مؤلف هذا الكتاب القيم، وأرحب بالكتاب في المكتبة العربية، آملا أن يكون مصدرا للعلم والمعرفة بما يدور من حولنا في الكون للقارئ المهتم في جميع أرجاء الوطن العربي.

فاروق الباز

١١ يونيه 1997

الباب الأول
كوكب في أسرة الشمس

١ كوكب في أسرة الشمس

لكي نتفهم كل شيء عن المريخ، لابد لنا أن ندرس وضعه في إطار أسرة الكواكب الأخرى، فيما اصطلح علماء الفلك على تسميته «المنظومة الشمسية» أو «المجموعة الشمسية»، التي هي أسرة الشمس. ورغم أن الشمس أتون ملتهب، فإن أعضاء أسرتها أو الكواكب التي تدور حولها، أجسام باردة. والشمس بمنزلة الأم تشد إليها أبناءها برباط الجاذبية. وعدد هذه الكواكب تسعة منها الأرض. وعندما تنعكس أشعة الشمس على كل منها، فإنها تبدو لامعة للناظر إليها.

الأسرة

ويسمى كل عضو في هذه الأسرة، «كوكبا» (Planet) أو «سيارا»، لأنه يغير وضعه في السماء. وكشأن كل الأسر، يتفاوت الأعضاء بعضهم عن بعض، فمن حيث الحجم منها الكبير الذي يفوق الأرض حجما عدة مرات، ومنها الصغير الذي يقرب حجمه من حجم القمر.

ومن حيث البعد، منها القريب الداني من الشمس إلى الحد الذي يجعل رؤية تفاصيل سطحه من الأرض أمرا صعبا نظرا لشدة لمعانه، ومنها

البعيد الذي يبلغ بعده عدة ملايين من الكيلومترات.

ومن حيث الوزن، والكثافة، والشكل وطبيعة السطح فإنها تتفاوت كذلك. ولكنها كلها تتحد في دورانها حول الشمس في مدارات أو أفلاك بسرعات مختلفة. فمنها ما يتم دورته حول الشمس خلال أيام، ومنها ما يتم هذه الدورة خلال أعوام، وذلك حسب البعد عن الشمس.

وقانون الجاذبية العامة هو الأساس في ربط أعضاء هذه الأسرة بالشمس، بحيث لا تستطيع فكاكا عنها، وتكرر دورتها حولها في تعاقب منتظم.

والكواكب القريبة من الشمس ذات سرعات عالية، أما الكواكب البعيدة فسرعاتها بطيئة بحكم ضعف قوة انجذابها إليها.

وأعضاء هذه الأسرة، يحمل كل منها اسما مميزا، وهي على حسب بعدها عن الشمس :

- عطارد (Mercury)
- الزهرة (Venu)
- الأرض (Earth)
- المريخ (Mars)
- المشتري (Jupiter)
- زحل (Saturn)
- أورانوس (Uranus)
- نبتون (Neptune)
- بلوتو (Pluto)

ويميز الفلكيون كل كوكب برمز خاص، يستعمل على الرسومات والخرائط الفلكية.

ولم يهتد الإنسان على الأرض، إلى أخوات كوكبه إلا على حقب متفاوتة. فالقدماء عرفوا من هذه الكواكب الستة الأوائل فقط، لأن بعضها يمكن مشاهدته بالعين المجردة، حتى في وضح النهار، وهي التي أطلقوا عليها أسماءها، ونعتوها «بالسيارات».

أما الثلاثة الأخرى فقد توالى كشفها واحدا عقب الآخر. «فأورانوس»

تم اكتشافه عام 1781، و «نبتون» اكتشف عام 1846، أما «بلوتو» فلم يكتشف إلا عام 1930.

والكواكب من حيث وضعها بالنسبة إلى الأرض تنقسم إلى نوعين :

- سيارات سفلى

وهي السيارات «الأقرب» إلى الشمس من الأرض، أي التي تقع أفلاكها داخل فلك الأرض، وهما كوكبا، عطارد، والزهرة.

- سيارات عليا

وهي السيارات «الأكثر» بعدا عن الشمس من الأرض، والتي تقع أفلاكها خارج فلك الأرض، وهي تشمل باقي أعضاء الأسرة : المريخ، والمشتري، وزحل، وأورانوس، ونبتون، وبلوتو.

مدارات الكواكب

تتميز الكواكب التسعة في دورانها حول الشمس بمزايا خاصة، تعبر عن نسق منظم للمجموعة كلها، وهذه الخصائص هي :

1- المدارات بيضاوية

تدور الكواكب حول الشمس في مدارات (Orbits) بيضاوية تمثل الشكل الهندسي المعروف باسم «القطع الناقص» (Ellipse). ولكن تفلطح هذه الأشكال البيضاوية ليس كبيرا، ولذلك فهي أقرب ما تكون إلى أشكال الدوائر المتمركزة حول الشمس، ما عدا حالة أبعدها عن الشمس، وهو: كوكب «بلوتو».

ولو أخذنا متوسط بعد الأرض عن الشمس كوحدة قياس للأبعاد، تسمى «الوحدة الفلكية» (Astronomical Unite)، فإنه يمكننا تمثيل مدارات الكواكب العليا إلى مقياس رسم معقول. ولكن يتعذر تمثيل الكواكب السفلى لأن مداراتها تتلاصق قرب المركز.

2- المدارات في مستوى واحد

تتقارب مستويات مدارات كل الكواكب، ولا يشذ عنها إلا مستوى مدار الكوكب «بلوتو». فكلها تدور حول «أمها» الشمس في شريط من الفضاء الكوني، لا يزيد عرضه على (8) درجات على جانبي «المدار الظاهري للشمس» (Ecliptic). ولقد اصطلح على تسمية هذا الشريط باسم «دائرة البروج»

(Zodiac).

3- تتحد الكواكب في اتجاه الدوران

تدور كل كواكب المجموعة الشمسية في اتجاه واحد حول الشمس، من الغرب إلى الشرق، وهو نفس اتجاه دورانها حول محورها. وهو كذلك نفس اتجاه دوران الشمس حول محورها الوهمي.

ووفقا لهذه القواعد الثلاث تدور الكواكب التسعة، مخلصة لنظم الأسرة في غير شذوذ. اللهم إلا حالة «بلوتو» الذي طرحت به الأقدار بعيدا، فيبدو طريدا للأسرة نأت به المسافة، فهزل حجمه وشذ مداره. ولذلك فلا عجب أن يتأخر الكشف عنه منذ أوائل القرن السادس عشر، عندما عرف المنظار المقرب «التلسكوب»، في عهد جاليليو، إلى القرن العشرين عندما تم الكشف عنه عام 1930.

أبعاد الكواكب

لمعرفة المزيد عن الكواكب، لابد لنا من سلسلة من المقارنات بين أبعادها، وأشكالها، وأقطارها، وأحجامها، وأوزانها، وكثافة مادتها. ومن أجل ذلك نلجأ إلى الجداول لتيسر لنا هذه المقارنات في نظرة واحدة.

ويغرينا وجودنا على الأرض، كمركز للقياسات الفلكية والمشاهدات والرصد، أن ننسب كل بيانات عن الكواكب الأخرى إلى كوكبنا الأرض، كوحدة قياس. والجدول التالي يبين أبعاد الكواكب عن الشمس بالوحدات المختلفة.

الكوكب		متوسط بعده عن الشمس		
		بالوحدة الفلكية	مليون كيلو متر	مليون ميل
1	عطارد	0,387	57,9	35,96
2	الزهرة	0,723	108,1	67,20
3	الأرض	1,000	149,5	92,90
4	المريخ	524و1	227,8	141,60
5	المشتري	5,203	777,8	483,30
6	زحل	9,539	1426,1	886,20
7	أورانوس	19,191	2869,1	1783,00
8	نبتون	30,071	4490,7	2794,00
9	بلوتو	39,458	5899,0	3670,00

أقطار الكواكب وأشكالها

الأرض ليست أكبر كواكب أسرة الشمس، كما أنها ليست أصغرها، فأكبرها هو كوكب «المشتري»، وأصغرها هو كوكب «عطارد».

أما من حيث الشكل فكلها كروية الشكل مع تضاغط عند الطرفين. وتفلطح في الوسط شأنها في ذلك شأن الأرض. غير أن أغربها شكلا هو كوكب زحل، الذي يتمنطق بأحزمة حول قطره المتوسط «خط استوائه».

والكواكب من حيث الحجم بالنسبة للشمس، تبدو كأقزام تتناثر حول مارد ضخم. والجدول التالي يوضح الأقطار والأحجام بمختلف الوحدات.

الكوكب		القطر			
		بالنسبة إلى قطر الأرض	ألف كيلو متر	ألف ميل	الحجم بالنسبة للأرض حجم الأرض = 1
1	عطارد	0,37	4,700	3,100	0,05
2	الزهرة	0,97	12,400	7,692	0,90
3	الأرض	1,00	12,757	7,927	1,00
4	المريخ	0,52	6,600	4,215	0,14
5	المشتري	11,20	142,000	88,640	1295,00
6	زحل	9,50	120,000	74,000	745,00
7	أورانوس	4,00	51,000	31,668	63,00
8	نبتون	4,30	55,000	27,700	78,00
9	بلوتو	0,47	5,900	3,600	000,10

مولد الأسرة

من ملاحظة أقطار الكواكب-على حسب ترتيب بعدها عن الشمس- نجد أنها تتدرج في الكبر من عطارد حتى المشتري الذي هو أكبرها حجما، ثم تعود فتتضاءل أقطارها بالتدريج حتى بلوتو الذي لا يزيد حجما على عطارد إلا بقدر ضئيل.

ولقد دعا ذلك كثيرا من علماء الفلك، ومن أشهرهم «تشمبرلين ومولتون» (Chamberlin & Moulton) إلى تفسير أصل نشوء المجموعة الشمسية ومولدها، بأنها وجدت نتيجة لاقتراب نجم كبير من الشمس، اقترابا حادا أدى إلى انفصال لسان من جسم الشمس عنها، فانجذب إلى هذا النجم وبعد عن

الشمس.

وتدرج هذا اللسان بحيث أصبح مدببا من طرفيه ومتضخما من منتصفه، على شكل «السيجار». ومع الوقت، أخذ هذا اللسان المنفصل من الشمس يبرد نظرا لابتعاده عنها وهو يسبح في الفضاء، متأثرا بقانون الجاذبية وقوانين الحركة، فأدت عوامل التبريد إلى تكاثفه في صور كرات متفرقة هي الكواكب التسعة. وعملت قوى جذب الشمس لها، على إخضاعها للدوران حولها في أفلاك وبسرعات متفاوتة.

وبرهان العلماء على هذا التفسير لمولد المجموعة الشمسية، هو اكتشافهم أن أغلب، بل كل عناصر الشمس التي عرفوها بتحليل الطيف، عناصر معروفة لنا على الأرض، مما يبرهن على أن الأرض كانت أصلا جزءا من الشمس.

ومن قبل ذلك كان العالم الفرنسي «لابلاس» (Laplace)، قد وضع الأسس العلمية لنظريته عن مولد المجموعة الشمسية، على أساس أن أصلها سحابة غازية كانت تسبح في الفضاء بسرعة معينة، ثم طرأ عليها ما جعلها تبرد وتنكمش، فنقص حجمها وزادت سرعة دورانها. وتحت تأثير الجاذبية تقاطرت منها كرات منفصلة، ظلت تدور حول مركز السحابة بتأثير الجاذبية الطاردة المركزية. وما مركز السحابة إلا الشمس الحالية، وما الكرات المنفصلة، عنها إلا الكواكب، ويبدو تصور «لابلاس» لهذا التكوين منطقيا.

ولقد بنى «لابلاس» نظريته، على الأسس العلمية التالية :

- مدارات الكواكب وتوابعها جميعا تقع في مستويات متقاربة.
- مدارات الكواكب كلها على شكل قطع ناقص، يقرب من الشكل الدائري.
- تدور الكواكب كلها حول الشمس في اتجاه واحد، من الغرب للشرق.
- تدور الشمس حول محورها، في نفس الاتجاه الذي تدور فيه الكواكب.
- الكواكب ذات الكثافة الكبيرة، هي «الأقرب» إلى الشمس.
- توابع الكواكب أي أقمارها، تدور أغلبها في نفس الاتجاه الذي تدور فيه الكواكب نفسها.
- مدارات توابع الكواكب تقريبا دائرية، ومستواها يقع تقريبا في مستوى خط استواء الكوكب نفسه.

ولا شك أن مثل هذه الحقائق لا يمكن أن تكون وليدة «المصادفة»، إذ لو كان الأمر مرجعه «للمصادفة» لتناثرت الكواكب حول الشمس وتناثرت من حولها توابعها، دون أي نظام أو انتظام.

كتل الكواكب وكثافتها

كتلة الجسم هي وزن ما فيه من مادة، وهناك طرق قياسية لتقدير كتلة الكواكب وكثافتها منسوبة إلى نظائرها على الأرض :

الكوكب		الكتلة	الكثافة	
		كتلة الأرض = 1	كثافة الأرض = 1	كثافة الماء = 1
1	عطارد	0,054	0,000	5,5
2	الزهرة	0,814	0,92	0,10
3	الأرض	1,000	1,000	5,52
4	المريخ	0,107	0,74	4,10
5	المشتري	318,4	0,24	1,35
6	زحل	95,2	0,13	0,71
7	أورانوس	14,6	0,23	1,30
8	نبتون	17,3	0,22	1,20
9	بلوتو	؟	؟	؟

من ذلك نرى أن المشتري هو أكبر الكواكب حجما، وأثقلها وزنا، ولكنه ليس أكبرها كثافة، بل تزيد كثافة الأقرب منه للشمس عن كثافته، بما في ذلك الأرض.

دوران الكواكب

ليست الحركة الوحيدة للكواكب أنها تدور حول الشمس، ولكن كلا منها يدور حول نفسه أي حول محور وهمي له.

فالأرض نعرف أنها تدور حول الشمس دورة كاملة في مدة اصطلح على تسميتها «العام»، وهي $365 \frac{1}{4}$ «يوما». بينما تدور حول محورها الوهمي مرة كل 24 ساعة تقريبا، وقد اصطلح على تسمية هذه المدة «اليوم».

وكذلك شأن كل كوكب، فإنه يدور حول الشمس في مدة معينة هي

«عامه»، ويدور كذلك حول نفسه خلال مدة أخرى هي «يومه».

وإذا كان يومنا على الأرض ساعات معدودة، فإن يوم بعض الكواكب يقاس بأيام عديدة، من أيامنا. والبعض الآخر يقصر يومه إلى حد قد يقل عن نصف يوم الأرض. وكوكب الزهرة بالذات يتعذر تحديد يومه، وكذلك عامه، نظرا للمعان سطحه باستمرار، مما يجعل من الصعب مراقبته.

وعام الكواكب الأقرب للشمس يقصر عن عام الأرض، لأن مداراتها أقصر من مدار الأرض، بينما يطول عام الكواكب «الأبعد» منها عن الشمس.

وكلما بعدنا عن الشمس، طال عام الكواكب، حتى يصل إلى عدة أعوام من أعوام الأرض، إلى أن نبلغ بلوتو فنجد أن الفلكيين لم يستطيعوا تقدير عامه إلا منذ وقت قريب، وهو يبلغ ما يقرب من قرنين ونصف. فكأن بلوتو لم يتم دورة كاملة منذ عرفت تبعيته لأسرة الشمس إلى الآن. والجدول التالي يبين «اليوم» بالنسبة لكل كوكب و«عامه» وسرعته في الدوران.

	الكوكب	السرعة المتوسطة للدوران كيلو متر/ثانية	عام الكواكب بالأعوام الأرضية	يوم	سنة	يوم الكواكب دقيقة	ساعة
1	عطارد	47,80	0,24	88	. .	(88 يوما)	
2	الزهرة	35,00	0,62	226	. .	لا يمكن قياسه أو قدر بنحو 30 يوما	
3	الأرض	29,76	1,00	365¼	. .	56	23
4	المريخ	24,00	1,88	322	1	37	24
5	المشتري	13,00	11,86	313	11	55	9
6	زحل	9,60	29,46	167	29	14	10
7	أورانوس	8,60	84,02	007	84	48	10
8	نبتون	5,40	164,80	292	164	48	15
9	بلوتو	4,70	247,70	255	247	لم يمكن قياسه للآن	

توابع الكواكب

أغلب كواكب المجموعة الشمسية لها توابع تدور حولها، مثل قمر الأرض. والتوابع (Satellites) كالكواكب، أجسام باردة غير ملتهبة، ولكنها تصغرها حجما، وترتبط معها برباط الجاذبية فتدور حولها.

ونحن على الأرض عندما أطلقنا أقمارا صناعية في الفضاء، سميناها

باسم التوابع (لأنها تظل تسبح في الفضاء وتدور حول الأرض كما يدور القمر). ولكن ليست كل كواكب المجموعة في مثل قناعة الأرض، تكتفي بجذب تابع واحد. فكثير من الكواكب الأخرى لها أكثر من قمر.

والمشتري كان القدماء يعرفون أن له (12) اثني عشر تابعا تدور حوله، ثم كشفت سفن الفضاء مؤخرا أن هناك أقمارا صغيرة أخرى حول المشتري، وأغلب الكواكب كذلك.

والجدول التالي يبين عدد توابع كل كوكب، حسب ما كشفت عنه سفينة الفضاء «فواياجير-2».

مسلسل	الكواكب	عدد التوابع قبل عصر الفضاء	عدد التوابع بعد عصر الفضاء
1	عطارد	-	-
2	الزهرة	-	-
3	الأرض	1	1
4	المريخ	2	2
5	المشتري	12	18
6	زحل	9	23
7	أورانوس	5	15
8	نبتون	2	3
9	بلوتو	؟	؟

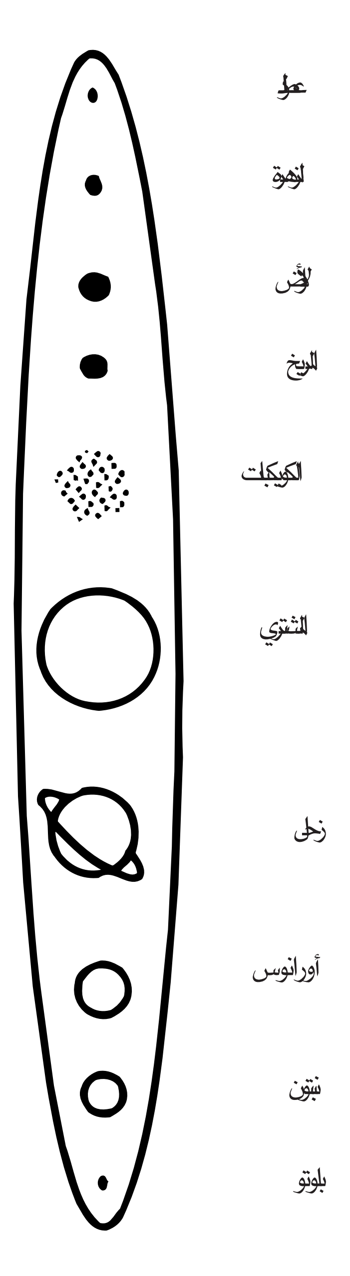
والجدول التالي يوضح توابع أقمار كوكب المريخ، باعتباره موضوعنا[1].

م	الكوكب	التوابع	اسم مكتشفه	عام اكتشافه	متوسط بعده بالميل	مدة دورانه			قطره بالميل	
						ق	س	يوم		
1	الأرض	القمر	...	...	238,857	43	7	27	2160	
2	المريخ	فوبوس	هول	1877	5800	39	7	0	10	؟
		ديموس	هول	1877	14600	18	6	0	5	؟

الكويكبات

حل بعض الرياضيين والفلكيين القياسات المعروفة عن كواكب المجموعة

(1) حسن وهيب المصري: معالم على الطريق إلى الفضاء-مكتبة الأنجلو المصرية-1966.



- الشكل السيجاري للمجموعة الشمسية

الشمسية، ولاحظوا وجود مسافة كبيرة بين كوكبي المريخ والمشتري. وظن بعضهم أن بها كوكبا لم يكتشفوه بعد، ولكن العالم الفلكي

«بودي» (Bode) أعلن نظرية غريبة عام 1772 بناها على دقة الملاحظة. إذ وجد أن أبعاد الكواكب عن الشمس تنتظم على هيئة متوالية عددية، لها توصيف خاص. وهي تبدأ بصفر، ثم 3، ثم 6، ثم 12 ... إلخ كمتوالية هندسية أساسها الضعف، كالآتي :

(0 ، 3 ، 6 ، 12 ،24 ، 48 ، 96 ، 192 ، 384)

وعند إضافة العدد (4) إلى كل حد من حدود المتوالية نحصل على :

(4 ، 7 ، 10 ، 16 ، 28 ، 52 ، 100 ، 196 ، 388)

وعند قسمة هذه الأعداد على (10) نحصل على أبعاد الكواكب مقدرة بالوحدات الفلكية. حيث الوحدة الفلكية، هي متوسط بعد الأرض عن الشمس، كما سبق أن أوضحنا، فتصبح المتوالية هي :

(0,4 ، 0,7 ، 1 ، 1,6 ، 2,8 ، 5,2 ، 10,0 ، 19,6 ، 38,8).

وبمقارنة هذه الأرقام إلى أبعاد الكواكب عن الشمس، وجد أنه ليس هناك شذوذ إلا في وجود الرقم (2,8) بعد مسافة المريخ، وقبل المشتري. مما رجح أنه ربما يكون رقما معبرا عن كوكب غير معلوم. وحتى ذلك الوقت لم تكن كل كواكب المجموعة الشمسية قد عرفت، إذ لم يكن معروفا منها إلا الستة الأوائل فقط. ولقد كان اكتشاف كوكب «أورانوس» عام 1781 بعد إعلان «بودي» لملاحظته بسنوات قليلة، على مسافة قدرها 19,6 وحدة فلكية وفقا للمتوالية، تأييدا لصحتها وبرهانا على دقة ملاحظته.

وظل الرقم الشاذ (2,8) في متوالية «بودي» يراود خيال المكتشفين، حتى اكتشف «بياتسي» (Piazzi) في عام 1801، جرما صغيرا أسماه «سيريس» (Ceres). ولصغر حجمه لم يستطع أن يسميه كوكبا، ونعته «كويكب» تصغيرا لكوكب. ومن بعده توالى كشف مئات أخرى من «الكويكبات» (Astroids) الصغيرة حوله، متفرقة على مسافات قريبة منه.

وقد دلت القياسات التي تمت على مدار سنوات طوال أن الكويكبات كلها صغيرة الحجم، لا يزيد قطر بعضها على كيلومتر واحد، ولا يتجاوز سبعمائة كيلومتر. وهو بالنسبة لأي «كوكب» قطر صغير.

ولا تنطبق قاعدة «بودي» على الكوكب «نبتون» لأن هناك فرقا بالنسبة

لبعده الحقيقي، وبعده الذي تفترضه المتوالية. ويفشل تطبيق المتوالية كلية بالنسبة للكوكب الأخير في المجموعة «بلوتو».

وليس هناك معنى طبيعي لقانون «بودي» غير أنه يعبر عن دقة ملاحظة صاحبه، وأدى ذلك إلى كشف «الكويكبات». وخاصة بعد أن أخذ بعضها يفلت من جاذبية الشمس، ويثير الذعر عند اقترابه من الأرض. ولقد توالى الكشف عن الكويكبات عاما بعد آخر، حتى بلغ عددها ما يزيد على (1600) كويكب. وليس هناك دلائل على عدم وجود كويكبات أخرى، فاحتمالات اكتشاف المزيد منها ما زالت قائمة. ولقد كان أول كشف للكويكبات هو «سيريس» ثم «باللاس» (Pallas). وبعد تقدم تتبع حركة أجرام السماء، أمكن اكتشاف مزيد منها. ففي عام 1891 وحده-مثلا-عرف (322) كويكبا مرة واحدة، لا تزيد أقطارها على كيلومترات معدودة. «فسيريس» قطره (700) كيلو متر، وباللاس، يبلغ قطره (500) كيلو متر، و «فستا» (440) كيلو مترا، وأحيانا يبدو «فستا» للعين المجردة. ويزيد قطر أكثر من 12 كويكبا عن (180) كيلو مترا، بينما يقل قطر أغلب البقية عن 100 كيلو متر.

والكويكبات على كثرة عددها، لا تزيد جملة كتلتها على 5٪ من كتلة القمر، مما يرجح تفسير العلماء إلى أنها كانت جسما واحدا وتفكك.

على أن هذه الكويكبات، يدور أغلبها في مدارات بيضاوية أقرب ما تكون إلى الدائرية. والقليل منها يدور في أفلاك بيضاوية بميل على «دائرة البروج» (Zodiac) التي تحيط بمدار الشمس الظاهري. وأوضح مثال لها هو الكويكب «هيدالجو» (Hidalgo)، إذ يدور في مدار بيضاوي يمتد إلى بعد يقرب من كوكب زحل، ويميل على مدار الشمس الظاهري بزاوية 43ْ.

واتجاه دوران أغلب الكويكبات، هو كسائر الكواكب من الغرب للشرق، ومدة الدوران «تتراوح» بين ثلاث سنوات ونصف وست سنوات.

وهناك من هذه الكويكبات القليل الذي يدور داخل فلك المريخ، ويمتد إلى مسافة قريبة من مدار الأرض.

وأوضح الأمثلة على هذه الكويكبات القريبة من الأرض، كويكب «إروس» (Eros)، الذي اكتشف عام 1898، و يقترب إلى أقل من 20 مليون كيلومتر من مدار الأرض.

وقد اكتشف عام 1932 الكويكب «آمور» (Amor) الذي يقترب من مدار

الأرض حتى مسافة (18) مليون كيلومتر. وقد اكتشف في نفس العام كذلك الكويكب «أبوللو» (Apollo) الذي يقترب من مدار الأرض إلى مسافة (10) ملايين كيلومتر. وفي عام 1936 اكتشف الكويكب «أدونيس» (Adonis) الذي يقترب من مدار الأرض حتى مسافة (1,8) مليون كيلو متر. وفي عام 1937 اكتشف الكويكب «هرمس» (Hermes) الذي ربما اقترب من مدار الأرض أكثر من سابقيه.

تمييز الكواكب عن النجوم

تظهر خمسة كواكب في السماء لامعة في أثناء الليل، كأنما هي نجوم تشع ضوءا، وما هي إلا أجسام باردة تنعكس عليها أشعة الشمس. ويبدو كوكب سادس خافتا للعين المجردة، وهو «أورانوس». والكوكبان الأخيران «نبتون» و «بلوتو» تستحيل رؤيتهما إلا بالمراقب، أي «المناظير الفلكية» المقربة أو التلسكوبات.

ومن خلال عدسات التلسكوبات، تظهر الكواكب كأقراص مستديرة ذات نهايات مفرطحة قرب طرفيها. بينما تظهر النجوم كنقط صغيرة مضيئة مهما كبرت العدسات، وهذا هو أهم ما يميز الكواكب عن النجوم من خلال العدسات. لأن أبعاد الكواكب صغيرة للغاية بالنسبة للأرض، على خلاف أبعاد النجوم. كما أن الضوء الذي نراه على الكواكب ضوء ثابت لا يهتز ولا يتغير، بينما ضوء النجوم يظهر متلألئا يزيد أحيانا ويخفت أخرى. وكوكب «عطارد» يمكن أن نراه أحيانا بالعين المجردة، في ضوء الشفق قرب خط الأفق، بعد الغروب أو قبل الشروق.

وكوكب «الزهرة»، تظهر لامعة إلى حد يجعلها ألمع أجرام السماء بعد الشمس والقمر، ويدفع ذلك إلى تسميتها-مجازا-باسم «نجم» الصباح والمساء. وهي تلمع أحيانا إلى حد يجعلها تظهر للعين المجردة حتى في أثناء النهار، نظرا لشدة قربها من الشمس.

و «المريخ» يتميز بلونه الأحمر، أما الكوكب الضخم «المشتري» فيلي «الزهرة» في درجة اللمعان[2].

---

(2) سعد شعبان: أعماق الكون-دار الكاتب العربي للطباعة والنشر-القاهرة 1965.

قوانين الأسرة الشمسية

للمجموعة الشمسية، قوانين، تتحكم في حركة كواكبها حول الشمس، وتنظم علاقة الجاذبية فيما بينها، وشكل مدار كل منها. ولابد من الإشارة إلى هذه القوانين، لتكتمل المعرفة عن الأسرة وأعضائها وهي:

- قوانين كبلر
- قوانين نيوتن للحركة
- قانون الجاذبية

أعلن «كبلر» اثنين من قوانينه في عام 1609 في كتابه: «تعليقات عن حركة كوكب المريخ»، ثم أعلن الثالث عام 1618 في كتاب آخر «توافق الكون».

وقوانينه الثلاثة توضح أن مدارات الكواكب حول الشمس تمثل شكل «القطع الناقص» (Ellipes) أي الشكل «الأهليلجي» أو «البيضاوي»، الذي له خواص هندسية محددة.

إذ يختلف الشكل البيضاوي عن الدائرة في عدم وجود مركز له. بل له نقطتان ثابتتان، تسمى كل منهما «بؤرة» (Focus) كما أن له محورين متعامدين أحدهما أطول من الثاني. وعلى الأطول تقع البؤرتان.

قوانين كبلر الثلاثة

1- يدور كل كوكب حول الشمس في مدار على شكل قطع ناقص، تقع الشمس في إحدى بؤرتيه.

2- تدور الكواكب حول الشمس، بحيث يمسح الخط الواصل بين مركز يمسح الكوكب ومركز الشمس مساحات متساوية في الفضاء، في أزمنة متساوية.

ومعنى ذلك أن الكوكب يدور بسرعة كبيرة عند اقترابه من الشمس، وتبطئ سرعته عند الابتعاد عنها.

3- نسبة مربع مدة دوران كل كوكب حول الشمس إلى مربع مدة دوران آخر، كنسبة مكعب بعد الأول إلى مكعب بعد الثاني عنها.

ولذلك فإننا لو عرفنا مدة دوران كوكب دورة كاملة حول الشمس وبعد هذا الكوكب، يمكننا حساب مدة دوران كوكب آخر حولها.

وغالبا ما يمكن حساب أبعاد أو مدد دوران الكواكب الأخرى، بالنسبة

لأبعاد ومدد دوران الأرض المعروفة لدينا.

قوانين نيوتن للحركة

استنتج نيوتن ثلاثة قوانين أساسية للحركة هي :

1- كل جسم ساكن، أو في حركة منتظمة على خط مستقيم، يظل كذلك ما لم تؤثر فيه قوة من الخارج تجبره على تغيير حالته.

وتفسير ذلك، أنه لو وجد جسم سماوي يتحرك حركة منتظمة فإنه يظل في حركته إذا لم يطرأ عليه أي مؤثرات خارجية. ومثال ذلك الكواكب والتوابع التي حولها. والأقمار الصناعية التي نطلقها في الفضاء، تظل تدور لأنها لا تلقى مقاومة.

2- القوة المؤثرة في جسم له كتلة معينة، تتناسب طرديا مع عجلة التسارع لهذا الجسم.

فإذا فرضنا : القـــوة (ق)

الكتلـة (ك)

العجلة (جـ)

فــإن ق = ك جـ

3- لكل فعل رد فعل مساو له في المقدار، ومضاد له في الاتجاه.

فقوة جاذبية الشمس للأرض مثلا، يضادها قوة جاذبية الأرض للشمس في اتجاه عكسي، وبنفس المقدار.

ق = ق

شمس-أرض أرض-شمس

كتلة الشمس x عجلة الشمس = كتلة الأرض x عجلة الأرض

ولما كانت الكتلتان مختلفتين، فإن العجلة تتناسـب عكسـيا مع الكتلة.

قانون الجاذبية

الأرض تدور حول الشمس، منذ خلقها الله، والأرض كذلك تدور وستظل تدور، لأن هناك قوة جذب من الشمس لها، تضادها قوة جذب أخرى من الأرض للشمس. وهي لا تحيد عن مدارها ولا يغير من دورانها شيء، لأنه لم يطرأ عليها قوة خارجية تؤثر عليها، وهذا يوافق القانون الأول للحركة.

ولو توقفت قوى الجاذبية بين الأرض والشمس لأفلتت الأرض وغيرها من تبعيتها للشمس، ولانطلقت جامحة في الفضاء. وما ينطبق على الأرض، يسري أيضا على كل الكواكب الأخرى.

نافذة على المريخ

تقع الأرض بين كوكب المريخ والشمس، كل 780 يوما. أي كل سنتين وخمسين يوما. ويكون المريخ وقتئذ في أدنى اقتراب له من الأرض. وسبب ذلك أن مدار الأرض يقع بين الشمس، ومدار هذا الكوكب. ولكن مداره ليس دائريا كمثل مدار الأرض، بل هو مدار بيضاوي بعيد عن تمام الاستدارة، ولذلك فإن المسافات بين المدارين تكون غير متساوية.

وعند «أدنى اقتراب» للمريخ من الشمس، والذي يسميه الفلكيون (Perihelion)، يكون بعده عنها (66 , 206) مليون كيلومتر. ويتكرر هذا كل (16) سنة تقريبا.

وعند «أقصى ابتعاد» للمريخ عن الشمس، والذي يطلق عليه اسم (Aphelion)، يكون بعده عنها (23 , 249) مليون كيلومتر، ومعنى ذلك أن بعد المريخ عن الشمس، يتغير في حدود (57 , 42) مليون كيلومتر، بينما هذا التغير في بعد الأرض عن الشمس، لا يزيد على (2 , 5) مليون كيلومتر.

ويتم المريخ دورته الكاملة حول الشمس، أي (عامه) كل (786) يوما، في الوقت الذي تتم فيه الأرض دورتها الكاملة حول الشمس كل (365) يوما وربع يوم.

وعندما يكون المريخ مقابلا للشمس، يظهر في سماوات الأرض لامعا وواضحا، ويقال عندئذ إنه في وضع «المواجهة» أو «المقابلة» (Opposition). ويتكرر هذا الوضع كل سنتين، وشهرين تقريبا، أو على وجه التحديد كل (780) يوما.

وتطبيقا لقانون كبلر الذي سبق لنا توضيحه، فإن سرعة دوران المريخ على مداره، تتغير من «الإسراع» عند أدنى اقتراب، إلى «الإبطاء» عند أقصى ابتعاد. وهذا التغير في السرعة، يجعل تواريخ حدوث «المواجهة» تختلف اختلافا طفيفا عن (780) يوما، فأحيانا تكون المدة بين مواجهتين (764) يوما، أو (811) يوما.

وبالتالي فإن ذلك يجعل كوكب المريخ على أبعاد متغيرة من الأرض بين (55, 18) مليون كيلومتر عند أحد المواجهات و (3, 101) مليون كيلومتر عند أخرى.

ونتيجة لذلك فإن قطر القرص المرئي لسطحه الأحمر اللامع يظهر في التلسكوبات الأرضية مختلفا، حسب الوضع.

وعلى سبيل المثال، فإنه في أغسطس عام 1971، كان بعد المريخ عن الأرض (2, 56) مليون كيلو متر. وحدث أدنى اقتراب تال في سبتمبر عام 1988، وكان المريخ على بعد (4, 58) مليون كيلومتر[3].

لذلك فإن هذه الأوضاع، وهذه المسافات المتغيرة تفرض على العلماء، شروطا خاصة، للاقتراب من المريخ. فمن العرض السابق، يمكن اعتبار وجود ما يشبه «النوافذ» التي يلزم أن يتحين العلماء النفاذ منها لقطع أقصر المسافات إلى المريخ. اختصارا لملايين الكيلومترات في مسارات سفن الفضاء للاقتراب منه. كما أن الراصدين، يلزمهم أن يتحينوا الفرص المناسبة لتوجيه تلسكوباتهم إليه ليظهر في أوضح صورة.

المريخ كوكب بلا أسرار

نخلص من الجداول والمعلومات السابقة، إلى أن المريخ له مزايا خاصة بين الكواكب. فهو بالإضافة إلى تميز سطحه باللون الأحمر، فإن حجمه الصغير بالنسبة للأرض وسائر الكواكب يجعله أيضا مميزا بينها. إذ لا يزيد قطره على 4140 ميلا (6608 كيلومتر). وهو قطر متواضع بالنسبة للكواكب الأخرى، إذ لا يزيد حجمه على (14, 0) من حجم الأرض، ولا تبلغ كتلته سوى (1069, 0) من كتلتها.

وهو يلي الأرض في تسلسل الكواكب بعدا عن الشمس، إذ يبلغ متوسط بعده عنها (5, 141 مليون ميل (8, 227 مليون كيلومتر). ويتم الدورة الكاملة حول الشمس، وهي ما تعارف الفلكيون على تسميتها «عام الكوكب» في مدة (88, 1) سنة من سنواتنا الأرضية أي (2, 686) يوم على وجه التحديد أو (687) يوما تقريبا. بينما يتم دورته حول نفسه كل 24 ساعة و 37 دقيقة، 23

(3) NASA FACTS ON (59): Dec. 1975.

ثانية.

ويبلغ متوسط قوى الجاذبية على سطحه (0,38) من قوى الجاذبية الأرضية، بينما لا تزيد نسبة انعكاس ضوء الشمس على هذا السطح على (0,15). ويميل خط استوائه على مستوى مداره بمقدار (25,2°). ولذلك فإن المرجح أن للمريخ فصولا يتغير فيها المناخ كما يحدث على الأرض.

الباب الثاني
رصد الريح

2

رصد المريخ في القرن التاسع عشر

حظي كوكب المريخ دون غيره من كواكب المجموعة الشمسية بشهرة غريبة. فمنذ أمكن التعرف عليه بالعين المجردة في الحضارات القديمة، الكلدانية واليونانية، ارتبط اسمه بلونه، فأطلقوا عليه اسم «إله الحرب» «مارس» (Mars) ، وأعطي رمز الحربة والدرع (♂).

ولعل ذلك يرجع إلى لونه الأحمر المشوب باللون البرتقالي، والذي يعبر عن الدم. كما تلوكه ألسنة العامة، عند ضرب الأمثال باستحالة بلوغ هدف بعيد. ويتردد ذكره كثيرا على ألسنة العلماء منذ عدة قرون، حتى أسموه «كوكب الصحافة»، لكثرة ما ينشر عنه. وسبب ذلك أن هناك مزاعم وظنونا قديمة حول احتمالات وجود ألوان من الحياة عليه.

كوكب أصابته الشهرة

ولو رجعنا إلى الماضي، نجد أن ذكر هذا الكوكب الذي لا يبدو لنا من الأرض جميلا، مثل كوكب الزهرة، قد استأثر باهتمام الكثيرين، في الحضارات القديمة. وأصبحت تحوم حوله خرافات

كثيرة، انحدر بعضها في نصوص وجدت منذ عام 600 قبل الميلاد، وفي نقوش قدماء المصريين، وكتابات الكلدانيين الذين كانوا يعتقدون في ارتباط كل ما يحدث للبشر على الأرض، بالكواكب السبعة التي كانت معروفة لديهم، ومن أهمها المريخ.

ومن أشهر من اهتموا بدراسة المريخ في أواخر القرن السادس عشر، الفلكي الدانمركي «تيخو براهي» (Tycho Brahé) الذي ظل يرصد النجوم والكواكب ويضع ملاحظاته حولها على مدى (35) عاما من مرصده في مدينة براغ. وأيد تفسير سلفه نيقولاي كوبرنيكس (Nicolaus Copernicus)، الذي صحح مفهوما علميا خاطئا ظل في عقول سابقيه آلاف السنوات، بأن الأرض هي مركز الكون[1]. فصحح الاعتقاد الخاطئ الذي لم يكن يقوم على أي أساس أو رصد علمي، بل على أقوال مرسلة كان يروجها رجال الكنيسة وعلى الحس اليومي للإنسان العادي. وأعلن تفسيره الجريء بأن الأرض ليست مركز الكون، بل هي «سيار» مثل سائر الكواكب، التي تدور كلها حول الشمس.

المسيرة الطويلة لرصد المريخ

- لقد توقفت البشرية في أوائل القرن السابع عشر، عند إنجاز جليل، عندما استطاع العالم الإيطالي «جاليليو جاليلي» (Galileo) أن يصنع «المنظار المقرب» أو «التلسكوب». وانفتحت بعد عام 1610، نافذة على الفضاء، جعلت كثيرا من الأجرام الكونية في متناول الناظر إليها من خلال عدساته، وأصبح التطلع إلى السماء، لرصد الكواكب والنجوم، متعة لم تكن متاحة من قبل. وانفتحت أمام أعين العلماء، دنيا عريضة حافلة بمكونات غريبة، كان التطلع إليه مقتصرا على المشاهدة بالعين المجردة. كما انفتحت أعين غير المتخصصين على عالم غريب، تبدو فيه تفاصيل الأجرام الكونية أكثر وضوحا، بمكوناتها وارتفاعاتها. وأصبح ما كان بعيدا، غير مغلف بالأسرار، وبدأ فن الرصد الفلكي يأخذ أبعادا جديدة، تتسم بالعمق والتدقيق. فانكشف من أجرام السماء أكثر مما كان يرى من قبل بالعين المجردة. وعرفت تفاصيل

---

(1) سعد شعبان: أعماق الكون-دار الكاتب العربي للطباعة والنشر-القاهرة 1965.

كثيرة عن سطوح بعض الكواكب، ووجهت عدسات منظار «جاليليو» إلى القمر وعرفت تفاصيل سطحه المرئي. وتبين الفلكيون أن هناك توابع للكواكب لم تكن أعينهم تستطيع أن تراها.

وعندما طاولتها عدسات المنظار، أصبح يستهويهم منظرها الخلاب، وهي تدور حول كواكبها في منظر عجيب. وتبين أن بعض الكواكب الأخرى أغنى من الأرض، من حيث اجتذابها لأقمار عديدة تدور حولها. ووقتئذ كان منظار جاليليو يستطيع أن يكبر صور السماء (33) مرة. وإذا تتبعنا مسيرة علماء الفلك، عبر العصور التي تلت ظهور منظار جاليليو، وما صاحب هذه المسيرة من تطور المراصد الفلكية، وتكبير عدسات المناظير المقربة، نجد رهطا كبيرا من العلماء قد أولوا المريخ اهتماما خاصا، وقد كان على رأس هؤلاء العالم «فونتانا» (Fontana)، الذي استطاع في عام 1636 رؤية عدة بقع قاتمة على سطح الكوكب الأحمر[2].

- وفي عام 1666 تأكد العالمان «هوك، وكاسيني» (Hooke and Cassini) من رؤية بعض تفاصيل سطح المريخ، واستطاعا رصد مدة دوران الكوكب حول نفسه، ووجدا أنها 24 ساعة، وأربعون دقيقة، وقد تكشف فيما بعد أنه لا توجد فروق في هذه المدة غير دقيقتين ونصف.

- وفي عام 1659 استطاع العالم «كريستيان هوجنز» (Christian Huygens) أن يرسم صورة تقريبية للبقع القاتمة على سطح المريخ، وأعلن ذلك في 28 نوفمبر 1659 برسم بدائي التفاصيل. وقد لوحظ أن بقعتين من هذه البقع ثابتة في مكانها. بينما كانت هناك مساحات تبدو ناصعة ولامعة قرب قطبي الكوكب. وكانت مساحتهما متغيرتين مع الوقت.

وفي عام 1719 تأكد العلماء من أن هذه المناطق القطبية مساحات تكسوها الثلوج البيضاء.

وقفة السير هرشل

- تابع العالم الإنجليزي السير «وليم هرشل» (William Herschel)، مسيرة رصد سطح المريخ، وأكد في عام 1784، أن المناطق القطبية اللامعة، تمثل

(2) Roberet M. Power: Panetary Enounters USA 1978.

«طواقي» بيضاء تكسو قطبي المريخ، وتتغير مساحتاهما بتغير فصول الكوكب. وأعلن رأيه الذي ثبتت صحته بعد ذلك، بأن هذه «الطواقي»، ليست إلا ثلوجا تتراكم في أحد الفصول، ويذوب بعضها في فصل آخر، فتنحسر مساحاتها. وكان هذا الرأي غريبا آنذاك، لأن معنى وجود طواقي الثلوج، هو وجود الماء. وبالتالي وجود لون من ألوان الحياة على هذا الكوكب. ومنذ ذلك الحين بدأ لفظ «المريخيون» يصبح سائدا في مدونات الفلك، جريا وراء مظنة وجود أحياء عليه.

وعامة فقد كان «هرشل» دؤوبا في عمله، وقيض الله له أن يفتح بابا جديدا في صفحة السماء، ففي عام 1781 استطاع اكتشاف أول كوكب سيار غير ما كان معروفا من قبل، وهو كوكب «أورانوس». وتلا ذلك اكتشافه عدة أقمار تدور حول كوكبي زحل، وأورانوس.

- ومع تقدم الزمن، بدأت صناعة عدسات المناظير المقربة تتطور إلى الأحسن، وأصبحت أقل حجما، وأكثر دقة، وأكثر انتشارا في عدة مدن أوروبية.

وعلى سبيل المثال، كان في مدينة «دانزج»، منظار شهير معلق فوق عمود ارتفاعه (30) مترا، وطوله (50) مترا. لكن بعد «هرشل» بدأت التفاصيل التي ترسم لسطح المريخ، تصبح أكثر دقة، وأكثر وضوحا، حيث زادت قوى تكبير المناظير إلى (500) مرة.

- وفي عام 1840، نشر العالمان الألمانيان «ڤلهلم بير» (Wilhelm Beer) و «يوهان مادلر» (Johann Maedler) أول خرائط عالمية لسطح المريخ.

- ثم ظهرت في روما عام 1858 أول خرائط ملونة، بواسطة الأب «بيترو زيكي» (Father Pietro Secchi) ثم زادها هو نفسه تفصيلا، في عام 1862.

- وظهرت بعد ذلك خرائط أخرى، رسمها الفلكي البريطاني «ريتشارد بروكتر» (Richard Procter) في عام 1867. وكان أول من استحدث وضع أسماء على معالم خريطة أخرى وضعها في عام 1871. وقد أحدث ذلك قدرا من البلبلة، لأنه أطلق على المساحات والمناطق الداكنة، أسماء محيطات وبحار، ونسبها إلى مشاهير الراصدين في عصره، مثل «محيط دوويز» و «بحر قيصر».

- وظهرت في باريس عام 1875، خريطة من وضع الفلكي الفرنسي

«كامي فلاماريون» (Camille Flammarion). كما نشرت في باريس أيضا خرائط من وضع الفلكي البريطاني «جرين» (Green)، وكان ذلك في عام 1877.

وبذلك أصبحت خرائط سطح المريخ، في مثل انتشار خرائط سطح الأرض، وشاع استخدامها بين الفلكيين. وبينما انشغل بعضهم بدراسة التفاصيل الطوبوغرافية لهذا الكوكب، فقد انصرف آخرون إلى دراسة الغلاف[3] الجوي المحيط بالكوكب. ومن أشهر هؤلاء الفلكي الإنجليزي «وليم دوويز» (William Dawes)، الذي رجح أن اكتساب سطح الكوكب للون الأحمر، يعود إلى طبيعة سطحه نفسه، وليس إلى وجود عناصر ذات لون أحمر في جو الكوكب. وكان اعتماده في ذلك على استخدام جهاز جديد، هو جهاز «قياس الطيف» (Spectrometer). الذي سعى باستخدامه إلى محاولة الكشف عن طيف الأوكسجين أو بخار الماء في جو الكوكب. ولأن نتائج هذا التحليل كانت سلبية، فقد كان ذلك غريبا، إذ كيف يمكن أن يوجد ثلج على المريخ، دون وجود هذه العناصر والمركبات. الأمر الذي أعطى دلالة على غرابة تكوين جو المريخ، واختلافه عن الغلاف الجوي للأرض.

اكتشاف قمرين للمريخ

- وفي عام (1877) استطاع الفلكي الأمريكي «أساف هول» (Asaph Hall) أن يرصد قمرين يدوران حول المريخ. وأطلق على أحدهما اسم «فوبوس» (Phobos)، أي «الرعب»، وعلى الآخر اسم «ديموس» (Deimos) أي «الفزع»[1]. تشبيها لهما بالحصانين اللذين يجران عربة إله الحرب «مارس»، في الأساطير اليونانية القديمة.

قنوات سكياباريللي المثيرة

- غير أن أهم رصد أعطى تفسيرا جديدا، وأحدث تحولا في أفكار العلماء، وأعطى شعبية خاصة للمريخ، قام به الفلكي الإيطالي «چوفاني سكياباريللي» (Giovanni Schiaparelli) في عام 1877. فقد رسم خريطة لسطح الكوكب عندما كان عند أدنى اقتراب له من الأرض في صيف ذلك العام.

---

(3) المرجع السابق.

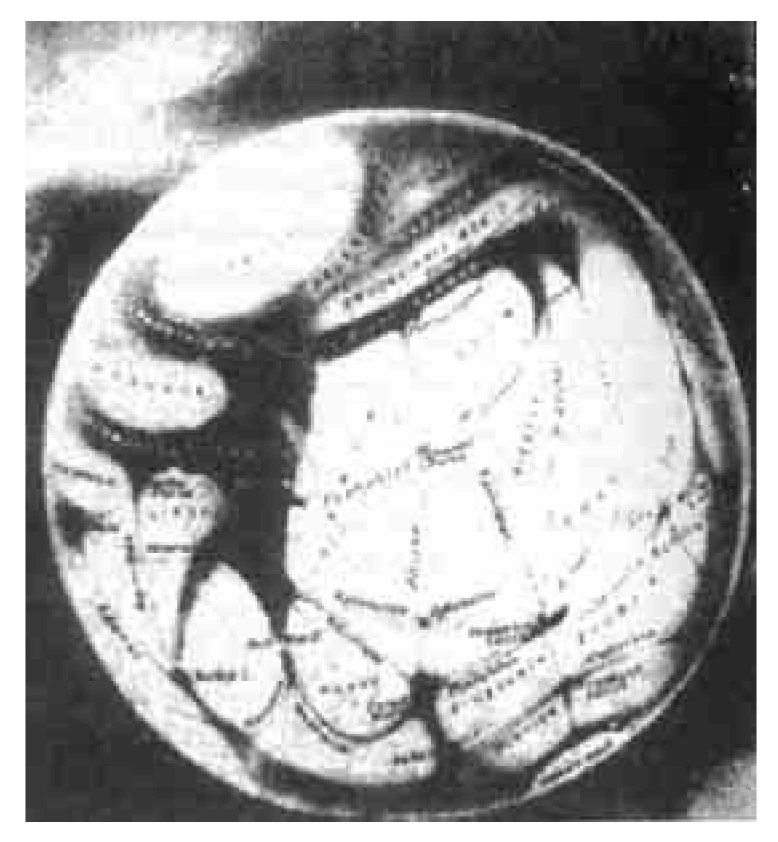
- لكنه أعطى المعالم الداكنة أسماء تاريخية تحمل أسماء أبطال أساطير وآلهة قدماء المصريين، واليونانيين على غرار «توت، وعدن، وإيزيس»، وأنوبيس، كما أعطى المناطق الواسعة المفتوحة اللامعة أسماء مثل «بحر العرب، وبحر ليبيا». وقد أوضح بها خطوطا رفيعة، تربط بين مساحات قاتمة، وكأنما هي قنوات ضيقة تربط بين بحرين، ولذلك أطلق عليها «سكياباريللي» اسم «قنوات»، معبرا عنها باللغة الإيطالية (Canali) فكان ذلك لافتا للأنظار، ومعبرا عن أنه يريد أن يشير إلى أنها مسارات لقنوات مائية. فخلق ذلك خيالات، سبحت بالعلماء في عالم تصوروا فيه، وجود بحار وقنوات، على سطح المريخ، ينساب فيها الماء عندما تذوب الثلوج التي تبدو بيضاء، والتى تظهر على شكل قلنسوات فوق قطبية في بعض الأحيان. ويطلق عليها الفلكيون أحيانا اسما مجازيا هو «الطواقي الثلجية».

- لكنه كان عالما أمينتا، وأشار إلى أن خرائط سابقيه من الراصدين، أمثال «قيصر، وزيكي، وجرين... » قد أظهرت هذه القنوات من قبل، ولكنه زادها تفصيلا وتويحا، ولقد ظل يتابع رصد هذه القنوات ويدقق في وصفها على مدى تسع سنوات متصلة.

- وعلى سبيل المثال، فإنه في عام 1879، لاحظ وجود قناتين متوازيتين في أكثر من موقع، الأمر الذي استلفت الانتباه. وظل هو الراصد الوحيد الذي يتمسك بنظرية القنوات طوال هذه المدة، حتى طلع الراصد الفرنسي «بيروتان» (Perrotin) في عام 1886 من مرصد في مدينة نيس، معلنا أنه رصد واحدة من هذه القنوات تحمل اسم «فيزون» (Phison)، وأعلن بعدها رصده لعدد أكثر منها.

- ثم تعددت مصادر رصد القنوات في إيطاليا وفرنسا وإنجلترا وأمريكا، ولذلك انطلق خيال بعض العلماء إلى تفسير يربط بين وجود هذه القنوات وبين المساحات اللامعة التي تخترقها، والمساحات الداكنة التي تنتهي إليها، والتي أطلق عليها الاسم اللاتيني (Maria) ومفردها (Mare) أي «بحر» وأصبح الحديث عن «قنوات» المريخ محور جدل واسع بين الراصدين.

ثم اتسع الجدل، وأخذ تفسيرات مختلفة لوجود القنوات، منها ما أعلنه «الأب مورو» (Abbé Moreax) عام 1890، بأن هذه القنوات، شقوق وشروخ تسبب في وجودها ضغط زائد تحت سطح الكوكب.



قنوات سكياباريللي

- وفي عام 1892، جمع الراصد الفرنسي «كامي فلاماريون»، كل ما نشر ورصد عن المريخ على مدى ثلاثة قرون ونصف، ومنها موضوع القنوات، ونشره في مجلد ضخم تحت عنوان «كوكب المريخ» (La Planéte Mars). وزعم رهط آخر من العلماء، أن هذه القنوات تمثل شبكة لري السهول المريخية المنبسطة التي تبدو كمساحات داكنة، وأن هذه الشبكة لابد أن تكون من صنع مخلوقات ذكية استطاعت أن تسيطر على المياه، وتسخرها لخدمة الزراعة. وزادوا في تزيين الحبكة الدرامية لهذا الخيال الخصب، بأن تغير ألوان المساحات الداكنة بين آن وآخر، هو نتيجة لجني هذه المحاصيل الزراعية.

- وقد أثار هذا التفسير العلمي، الذي يكاد يبدو منطقيا ومقنعا، خيال كثير من الناس. وكان ذلك مادة خصبة لكثير من كتاب الخيال العلمي والمؤلفين. وبدأوا ينسجون القصص العلمية الخيالية التي تقوم على هذا التصور، أي وجود حضارات عاقلة من نوع خاص، تعمر سطح المريخ.

- وزكى هذا الظن ما لاحظه العالم الأمريكي «وليم بيكرنج» (William Pickering)، في عام 1892 عن وجود بعض البقع الداكنة المستديرة الشكل عند تقاطعات بعض القنوات فنعتها بأنها واحات (Oases). وهو بلاشك تفسير ينحدر من وحي تفسير قنوات الري، ويأتي مؤيدا له. ولكن كانت هناك تفسيرات أخرى، تحطم هذه الآراء، وتكمل حلبة الجدل.

- ولقد كان العالم الفلكي المبرز «إي. بارنارد» (E. Barnard) يمتلك منظارا مقربا، له فتحة تعادل ضعف فتحة تلسكوب سكياباريللي، وقد سجل ملاحظاته عن قنوات المريخ في رسالة لصديق له، قال فيها.: «لقد رصدت سطح المريخ، وشاهدت عليه كثيرا من التفاصيل، وهناك بلاشك جبال، وسهول منبسطة. ولكي أقرر الحقيقة وأنقذ روحي، لا أستطيع أن أصدق على ما رسمه سكياباريللي من قنوات. فقد رأيت تفاصيل حيث لم يرسم هو شيئا، ورأيت تفاصيل أخرى حيث رسم هو أيضا بعض القنوات. إن قنواته ليست خطوطا مستقيمة على الإطلاق، وهي ليست إلا مناظر خادعة». وبالرغم من ذلك، فقد استهوت فكرة قنوات الري آخرين كثيرين[4].

الجدل حول كائنات المريخ العاقلة

انزلق كثير من العلماء، إلى تصور إمكان حدوث غزو من كائنات المريخ العاقلة لسكان الأرض. وقد أشعلت هذه الأفكار ألوانا من الجدل السفسطائي بينهم، على غرار : هل هم أذكى من أهل الأرض، أم أقل منهم ذكاء؟ وهل لديهم أسلحة فتاكة يمكن أن تسلط على الأرض، لتبيد حضارتنا؟ وماذا يمكن أن يحدث على الأرض، لو هبط عقلاء المريخ على بقعة نائية من الأرض، وبدأوا غزوهم لنا؟ وما هي الصورة التي عليها هذه الكائنات العاقلة

---

(4) المرجع السابق.

التي استطاعت أن تقيم حضارة زراعية، وشبكات لها؟ وهل لديهم رؤوس وأعين وأذرع وأرجل مثلنا، أم هم على هيئة ليست على شاكلتنا؟

كل هذا كان مادة لجدل أجوف، لا أساس له، لأنه لا يستند إلى أسانيد علمية، أو قياسات مدققة أو شيء ملموس. ولذلك لم يكن الحديث عنه، يزيد على الفقاقيع الفكرية التي ترتكز على افتراضات واهية.

- لكن كان ذلك باعثا، لعالم جاد، ترك الجدل والسفسطة والافتراضات جانبا، وسلك سبيل العلماء المدققين.

هذا العالم هو الفلكي والكاتب الأمريكي «برسيفال لويل» (Percival Lowell)، الذي عمد إلى إقامة مرصد فلكي في ولاية أريزونا الأمريكية، حيث السماوات الصافية على أغلب مدار العام، وظل يرصد المريخ على مدى عام كامل، بلا كلل ولا ملل حتى انتهى في عام 1894 إلى نشر كتاب عن المريخ، يحمل نفس اسم الكوكب، (Mars).

ولقد أصبح الكتاب في الأوساط العلمية، كتابا واسع الانتشار، لأن مؤلفه كان كاتبا قديرا، استطاع أن يخاطب جماهير الناس والمثقفين. وأيد بالكلمة والصورة، فكرة وجود القنوات، وازدواج بعضها، وتقاطع البعض الآخر، عند تقابلات أطلق عليها اسم «الواحات». وتناول فكرة قنوات الري على المريخ، بالشرح والتفصيل. وخلص إلى أن المريخ يمكن أن يكون مقرا للون من ألوان الحياة.

لكنه سجل أيضا في هذا الكتاب (29) مادة[5] عن طبيعة هذا الكوكب، سواء في ذلك حجمه الصغير قياسا إلى حجم الأرض والقمر،

وطول يومه وسنته وميل محوره، ومداره وبعده عن الشمس وعن الأرض. وتناول بالشرح ما يظهر عند قطبيه من قلنسوات الثلج البيضاء، والبقع الداكنة التي تظهر على سطحه. وخلص إلى ضرورة وجود بخار الماء في جو المريخ. وانتهى إلى أن تغير ألوان البقع، يأتي مع تغير نوع النباتات على مدار الفصول.

- في عام 1897، وعلى نفس النهج مضى العالم الأديب البريطاني «هربرت جورج ويلز» (Herbert George Wells)، الذي اشتهر في عالم القصص العلمي

(5) قدرى حافظ طوقان: الكون العجيب-دار المعارف-إقرأ 1943.

باسم (هـ. ج. ويلز). فقد نشر مسلسلا صحفيا تحت عنوان «الحرب في العالم» (War of The Worlds) جمعه في كتاب، بعد ذلك بعام.

ولقد كان تأثير هذا الكتاب الذي جمع بين الأدب والخيال العلمي حول سكان المريخ، تأثيرا فاق كل توقعات العلماء.

وبذلك أشعل (الكاتب والفلكي والفنان) الأمريكي «لويل»، أوار الجدل، حول قنوات المريخ، وأحيائه وواحاته. معللا وجود أحياء عليه، بأن الظروف المناخية على هذا الكوكب، تفرض نفسها على الأحياء «المريخيين». وتتمثل هذه الظروف في انخفاض درجة الحرارة عليه ليلا، ووجود نزر يسير من الماء على سطح الكوكب صغير الحجم، الذي كان مبتلا يوما ما، ولذلك فلا سبيل أمام أحياء المريخ إلا حفر قنوات صناعية لري بعض الزراعات[6].

---

(6) قدرى حافظ طوقان: الكون العجيب-دار المعارف-إقرأ 1943.

3 رصد المريخ في القرن العشرين

ما أن حل القرن العشرون، حتى كان المريخ قد احتل مكانة جعلته أشهر الكواكب، وأكثرها استحواذا على اهتمامات الأدباء والفنانين، وأكثرها جذبا لرصد الفلكيين.

غير أن الظنون حول وجود قنوات للري، والزراعات المتغيرة، والثلوج على سطحه، كانت أكثرها إثارة، وغرابة. ولذلك فإن مسيرة الجدل والآراء المتضاربة بين العلماء، زادت حدتها وتعددت أطرافها.

ولقد ظل «لويل» يوالي نشر آرائه حول قنوات الري الصناعية على المريخ، في كتابين ظهرا في عامي 1906 , 1908.

- ظهر في عام 1907 كتاب نشره «ألفريد والاس» (Alfred Wallace) معارضا هذه الآراء، قائلا بأن الشقوق يمكن أن تظهر على سطح أي كوكب، نتيجة برودة القشرة الخارجية، بينما تظل أعماقه ساخنة. ولذلك فإن ما يظنه «لويل» قنوات، ليس أكثر من شقوق.

- في عام 1909، نشر «كامي فلاماريون» الجزء

الثاني من موسوعته، حاوية (426) رسما و (16) خريطة لجميع ما تم رصده بين عامي 1890 , 1901 حول المريخ. وفند وحلل كثيرا من آراء العلماء حول جو الكوكب ودرجات الحرارة عليه ليلا ونهارا، والغازات التي به.

- وقد بدأ هذه المحاولات العالمان الأمريكيان «لويس جويل» (Louis Jewell) و «جونز هوبكينز» (Johns Hopkins) باستخدام دلائل أشعة الطيف عن وجود بخار الماء والأوكسجين في جو المريخ.

- لكن التفكير العلمي قاد إلى تحليل الأمور في روية، للربط بين حقيقة عدم وجود أوكسجين في غلاف المريخ، مع قليل من الماء في غلاف رقيق السمك، يفصح عما تحته من سطح. فلابد نظريا من استحالة وجود أحياء «مريخية» في هذه الظروف. ولابد أن قنواتهم مجرد ظن لا حقيقة له. وبدأت الشكوك تتسرب إلى بعض العقول في أن الخطوط أو القنوات قد تكون خداعا بصريا. ورجح هذا الافتراض أن أيا من مشاهير الفلكيين، أو العاملين في التلسكوبات المقربة الجيدة لم يستطع حتى ذلك الحين، أن يؤكد أنه شاهد قناة واحدة مستقيمة الحواف، بحيث يمكن التأكيد أنها قناة صناعية محفورة بواسطة كائنات عاقلة، وليست من صنع الطبيعة. وأعلن هذا الفلكي الأمريكي «جـ. هيل» (G. Hale) في عام 1909م فقال إنه عمل على مرصد «جيل ويلسون» الذي يبلغ قطر عدسة تلسكوبه (60) بوصة، والذي كان يعمل بقوة تكبير قدرها (800)، ولم يستطع أن يرى القنوات المزعومة. وأيد نفس هذه الأقوال الفلكي الفرنسي «إي. أنتونيادي» (E. Antoniadi) في عام 1909، بعد أن ظل يرصد المريخ مدة طويلة بمنظار يبلغ قطر عدسته 33 بوصة.

- ونهج نفس النهج الفلكي الأمريكي «ترامبلر» (Trumpler)، في عام 1924. ولذلك عندما خمد الجدل حول قنوات المريخ، تحول اهتمام الفلكيين إلى محاولة استكشاف طبيعة الغلاف الجوي المحيط به، وإمكانية ملاءمته لوجود حياة على سطحه، ومعرفة درجات الحرارة على هذا الكوكب.

في عام 1926، أمكن قياس درجة الحرارة على المريخ، لأول مرة. وكانت التقديرات السابقة لها، قد تمت بوسائل غير مباشرة. إذ أجرى عدة علماء منهم «نيكلسون» (Nicholson)، «وبتيت» (Pettit) في مرصد جبل ويلسون، وآخران في مرصد «لويل»، قياسات دقيقة عن الإشعاعات الحرارية الصادرة

عن سطح الكوكب، في أوقات مختلفة، وكانت نتائجها هي:

الغطاء القطبي الجنوبي (- 70° مئوية = - 94° فهرنهيت).

وقت الغروب (- 13° مئوية)

وقت الظهيرة (+ 10° مئوية)

ومعنى ذلك أن متوسط درجة الحرارة على سطح المريخ هو (- 40° مئوية)، ويقابل ذلك حرارة في باطن تربته تقرب من (15° مئوية).

هذا الاختلاف الكبير في درجات الحرارة أعطى دلالة على أن الغلاف الجوي للكوكب، ذو سمك رقيق. وعند ربط برودة هذا الجو، باحتمالات وجود الحياة على سطحه، فإن الاحتمالات تكون ضئيلة.

- غير أن أوهام وجود حياة عاقلة على المريخ، كانت قد انتشرت، وأصبحت مسيطرة على كثير من العقول. وغذى هذه الأوهام مباراة حامية بدأت بين خيالات الفنانين والسينمائيين، حول تصور الهيئة التي يمكن أن يكون عليها «المريخيون». وذهب بعضهم إلى افتراض أنهم قد يكونون مردة طوالا، أو قصار القامة زاحفين على أربع. وليس لزاما أن يكونوا على هيئة سكان الأرض ذوي عيون وأذرع. فقد يكون لكل منهم عين واحدة، أو عدة أذرع، أو عدة أرجل. وقد تكون رؤوسهم كبيرة، تحوي عقولا ذكية، قادرة على التغلب على ذكاء أهل الأرض.

ومضى بعض الأدباء يغذون هذه الافتراضات الساذجة، بروايات وخيالات متفرقة.

الفزع الفريد

لكن عام 1938، شهد حدثا فريدا، كان له تأثير بالغ في بريطانيا[1]. ففي يوم 30 أكتوبر من ذلك العام، أخرج الممثل العالمي القدير «أورسون ويلز» (Orson Welles) تمثيلية إذاعية تحت اسم «حرب الكواكب» في تصور سابق لعصره حول غزو شنه سكان المريخ على الأرض. ولأن البرنامج الإذاعي كان متقنا في إخراجه وأدائه وموسيقاه وصيغ بطريقة درامية مؤثرة، فقد خيل لكثير من المستمعين أن الأمر حقيقة واقعة. وظن بعضهم أن ما يستمعون إليه إنذار بكارثة كونية حاقت بأهل الأرض، وتحذر منها الإذاعة بالفعل.

(1) Robert. M. Powers: Planetary Encounters USA 1978.

فخرج آلاف المستمعين من منازلهم يبحثون عن مخابئ، وبدأت آلاف المكالمات التليفونية، تفزع مستغيثة بأجهزة الإنقاذ والشرطة، خوفا من غزاة المريخ الذين خيل إلى الناس أنهم يلاحقونهم بأسلحة لم يعرفوها من قبل. فأحدث هذا البرنامج الإذاعي، ضجة غير مسبوقة، في الأوساط البريطانية. وعندما عكف المحللون على دراسة أسباب هذا الذعر الجماعي، خلصوا إلى أن كثيرا من الناس قد تناهت إلى عقولهم، ونفوسهم حقائق علمية حول المريخ خلال السنوات السابقة تزعم فيما يشبه التأكيد، ثلاث حقائق هي :

- وجود حياة فوق المريخ.
- قد تكون هذه الحياة لمخلوقات أكثر ذكاء من أهل الأرض.
- ولابد أنهم قادمون لغزو الأرض.

وكان هذا سببا في إطلاق الاصطلاح غير العلمي، على «مبادرة الدفاع الاستراتيجي» الأمريكية التي أعلنت بعد ذلك في أوائل الثمانينيات، بأنها «حرب الكواكب» أو وهو الاصطلاح الذي انتشر في الصحافة تحت اسم «حرب النجوم». بينما هي في الحقيقة كانت خطة لاستغلال الفضاء للأغراض العسكرية على المستوى الاستراتيجي.

- قام بدراسة أوضاع المريخ في أعوام 1934 , 1937 , 1941 العالمان الأمريكيان «س. آدمز» (S. Adams) و «ت. دنهام» (T. Dunham) فرصداه بعاكس قطره (100) بوصة من مرصد جبل ويلسون، وتوصلا إلى أن هناك آثارا طفيفة لوجود غاز الأوكسجين في جو المريخ، بنسبة لا تزيد على (6٪) من نسبته على سطح الأرض. وكذلك كان الشأن بالنسبة لضآلة وجود بخار الماء.

- في عام 1940 استخدم العالم «ج. كوبير» (G. Kuiper) وسيلة جديدة هي «مستشعرات الأشعة تحت الحمراء، لتحليل الطيف الصادر من المناطق الأكثر احمرارا من سطح المريخ، وأثبت وجود دلائل قوية على وجود ثاني أكسيد الكربون، وبخار الماء وبعض آثار من غازات أخرى مثل النيتروجين.

- في عام 1950، خفت حدة الجدل، وبدأت الشكوك تثور من جديد حول المناطق الداكنة التي يتغير لونها من فصل إلى آخر. وصعدت فكرة جديدة، بأن الحياة على المريخ يمكن أن تكون في صورة بيولوجية، تعيش على حواف المساحات الداكنة التي تتسع وتتكمش ويتغير لونها بتغير الفصول.

- في عام 1952 واصل «كويبر» إعلان نتائج رصده بالأشعة تحت الحمراء، وحسم البلبلة عن القلنسوات القطبية البيضاء للمريخ، حيث أعلن أن طيف مادتها، يماثل طيف الماء المتجمد أي الثلج. ونفى ما كانت تدور حوله الظنون، من أن هذه القلنسوات تتكون من غاز ثاني أوكسيد الكربون المتجمد (أي الثلج الجاف كما نعرفه على الأرض).

- في عام 1954 تمكن عالمان أمريكيان باستخدام تلسكوب في مرصد جبل ويلسون قطر عدسته 200 بوصة، وبوسائل قياس راديوية، من التوصل إلى درجات الحرارة على المريخ على النحو التالي :

درجة الحرارة وقت الشروق عند خط الاستواء (- 60ْ مئوية).

درجة الحرارة وقت الظهيرة عند خط الاستواء (+ 25ْ مئوية).

درجة الحرارة في السحب الصفراء على سطح الكوكب (- 25ْ مئوية).

- وفي عام 1954 نشر العالم «ماكلافلين» (Mc. Laughlin) من جامعة «ميتشجان» الأمريكية خمسة بحوث فلكية، قرر فيها وجود رياح، وعواصف على المريخ، وكذلك براكين بعضها نشط وبعضها الآخر خامد. وعزا وجود كثير من المناطق الداكنة التي يتغير لونها، إلى هبوب الرياح. كما علل تغير أشكال وحواف الفوهات الدائرية على سطح المريخ، بتحرك المواد التي تقذف بها البراكين.

وفي عام 1955، عقب «كويبر» على آراء «ماكلافلين» برأي جديد، هو أن آثار بخار الماء التي تكتشف في جو المريخ، ربما يكون مصدرها ما تقذف به البراكين النشطة من باطنه. كما رجح أن بعض ما يرى على مناطق داكنة على السطح، ربما تكون هي «اللافا» التي قذفت بها البراكين التي خمدت. وأنه من المحتمل أن يكون بعض من سطوحها قد نمت عليه نباتات بدائية.

وهكذا أثارت هذه الآراء، الجدل من جديد، حول النباتات والزراعات على المريخ.

- لكن الآراء التي استقرت لدى الغالبية العظمى من العلماء، هي أن المريخ يحيط به غلاف جوي رقيق وغير سميك، يحوي مقادير ضئيلة من الأكسجين وبخار الماء. وقد توصلت المعلومات التي سجلتها سفن الفضاء فعلا بعد ذلك، إلى أن في الغلاف الجوي للمريخ مقادير من غازات النيتروجين، والأرجون، وثاني أوكسيد الكربون. وأن سبب رقة غلافه الجوي،

أن كثافته ضئيلة للغاية، ولا تكاد تتعدى 2٪ من كثافة الغلاف الجوي للأرض.

وقد اكتشف «آساف هال» في عام (1877) وجود قمرين صغيرين حول المريخ، هما «فوبوس» و «وديموس»، فقد ركز العلماء على رصدهما، باعتبارهما بابا يمكن أن يوصلهم إلى معلومات أكثر دقة حول الكوكب نفسه. خاصة أن في دورانها حوله، شذوذا يخالف القواعد المألوفة.

فالقمر «فوبوس» يبلغ قطره ثمانية كيلومترات، ويتم دورانه حول المريخ كل (7 ساعات و 39 دقيقة). وهو أمر يبدو غريبا، لأنه يدور بسرعة أكبر من سرعة دوران المريخ حول نفسه. وهذا ما يجعلنا نتصور أن الواقف على سطح المريخ، يظهر له هذا القمر هلالا، ثم بدرا، ثم يختفي ثلاث مرات في اليوم الواحد. بينما القمر الآخر «ديموس» يبلغ قطره ضعف القمر الأول، وهو يتم دورة حول المريخ كل ($18 \frac{1}{2}$) ساعة.

ولابد من الإشارة إلى أن دخول عصر الفضاء في أواخر الخمسينيات من القرن العشرين، ثم إطلاق عدد من سفن الفضاء نحو المريخ في الستينيات، قد أتاح للعلماء جمع مزيد من المعلومات حول هذا الكوكب. ولذلك فقد أدخلت كثير من التعديلات والإضافات على ما كانوا يعرفونه عنه. وزادت هذه المعلومات الأمور وضوحا، وخاصة فيما يتعلق بقنوات الري والمساحات الداكنة، وقلنسوات الثلج. بل لقد غيرت المعلومات الجديدة، كثيرا من المفاهيم القديمة، وأثبتت خطأها.

الباب الثالث
سفن مارينز الأمريكية

4 سفن «مارينر الأمريكية ١ـ٩»

في السنوات الأولى لبداية عصر الفضاء، كانت حلبة السباق الدولي في الفضاء، مقتصرة على الدولتين العظميين الولايات المتحدة الأمريكية، والاتحاد السوفييتي وحدهما. وكانت الدول الأخرى، حتى الصناعية منها، تقف موقف المتفرج المبهور بالإنجازات.

وبعد مضي السنوات الأولى من هذا العصر الجديد، انفتحت البشرية على عالم فسيح، يضم الأجرام الكونية، التي ظل الإنسان يتطلع إليها، دون أن يعرف من أسرارها إلا النزر اليسير. ومن الطبيعي أن تكون الأجرام الكونية القريبة من الأرض، هي الهدف الأول، عند التوجه للبحث والاستقصاء.

ولم تمض السنوات الأولى من عقد الستينيات، حتى كانت عشرات من الأقمار الصناعية قد دارت حول القمر، وصورته من قرب. وذلك باعتباره «تابعا» للأرض مشدودا إليها برباط الجاذبية، ويشد ماءها بتأثيرات المد والجزر، ويغمرها بالضوء، من شهر لشهر.

وكان من الطبيعي أن تتطور القفزات الفضائية بعد استكشاف القمر، إلى ما هو أبعد منه. ولذلك

صممت «سفن الفضاء» لتكون قادرة على قطع ملايين الكيلومترات نحو أقرب الكواكب. وبدأ التحول الجذري من حلبة تقطع فيها «الأقمار الصناعية» آلاف الكيلومترات، إلى حلبة تقطع فيها «سفن الفضاء» ملايين الكيلومترات، في رحلات كونية طويلة.

الاختلاف في الاستراتيجية الفضائية

ولقد شهدت سنوات عقد الستينيات، إطلاق سيل من سفن الفضاء من كلتا الدولتين العظميين، نحو أقرب الكواكب إلى الأرض، وهما الزهرة والمريخ وقليل منها نحو كوكب عطارد.

ومنذ البداية بدا واضحا أن هناك فروقا في الاستراتيجية الفضائية، التي تخطط لها كلتا الدولتين.

فالولايات المتحدة قد خططت برامجها الفضائية في استكشاف الكون، بإعطاء عناية خاصة لجمع مزيد من المعلومات عن القمر، والتخطيط للهبوط عليه. مع عدم إعطاء الفرصة للاتحاد السوفييتي بالعمل منفردا في استكشاف أسرار الكواكب.

بينما رسم الاتحاد السوفييتي استراتيجيته منذ البداية، بحيث يبدو متفوقا على الولايات المتحدة الأمريكية، بمعرفة المزيد عن الكواكب البعيدة، وخاصة كوكبي الزهرة والمريخ.

ويشير تحليل أهداف الرحلات الأولى لسفن الفضاء السوفييتية، إلى أن السوفييت كانوا يريدون أن يُشعروا العالم بأن استهداف القمر، أمر سهل. وهبوط الإنسان الأمريكي عليه لجلب بضعة كيلوجرامات من صخوره وترابه، يمكن أن يحققوه هم بسفن فضاء آلية غير مأهولة، دون أن يعرضوا رواد الفضاء لأي مخاطر[1].

ولذلك ركب السوفييت الطريق الأطول والأصعب، بالتركيز على استكشاف الكواكب، وبناء المحطات المدارية، لتكون بمنزلة رصيف يمكن أن ينطلق منه الرواد في المستقبل لتحقيق هذا الهدف.

ولكن بعد مضي عدة سنوات على إطلاق العديد من سفن الفضاء من

---

(1) سعد شعبان: الأقمار الصناعية وسفن الفضاء-دار الفكر العربي-القاهرة 1973.

كلا الطرفين، بدا واضحا أن الأمريكيين كانوا أكثر توفيقا في تركيز توجيه سفنهم نحو كوكب المريخ، وانصرافهم عن الاهتمام بكوكب الزهرة بنفس القدر. لأن قربه من الشمس، ينبئ عن ارتفاع درجة الحرارة على سطحه، الأمر الذي يجعله بلا شك، غير مأهول.

ولا شك في أن المسيرة الطويلة التي قطعها علماء الفلك الأوروبيون والأمريكيون، والتي سبق أن تتبعناها في الباب السابق، كانت تلقي بظلالها على علماء الفضاء الأمريكيين، لكي يستكملوا هذه المسيرة. خاصة أنها قد أثارت زوبعة من الجدل، ولم تنته إلى حقائق محددة. بل ظلت تحمل علامات استفهام وظنونا غير مؤكدة، حول قنوات المريخ، وبقعه الداكنة، والقلنسوات اللامعة عند قطبيه.

ولذلك صممت أغلب سفن الفضاء الأمريكية من طراز «مارينر» (Mariner) لاستكشاف المريخ بالدرجة الأولى، وليقوم بعض منها، بجمع بعض المعلومات حول كوكب الزهرة.

وقد أطلقت السفينة الأولى «مارينر-1» في 22 يوليو 1962 لكنها حادت عن مسارها وتحطمت.

وأطلقت السفينة الثانية «مارينر-2» في 27 أغسطس 1962 نحو كوكب «الزهرة»، فمرت على مقربة منه على بعد (21600) ميل منه، وقامت بقياسات عن سطحه وجوه.

وأطلقت السفينة الثالثة «مارينر-3» في نوفمبر 1964 نحو كوكب المريخ، لكن مهمتها باءت بالفشل.

وكان أول إطلاق ناجح نحو المريخ، هو السفينة «مارينر-4» التي أطلقت في 28 نوفمبر 1964[2].

مارينر-4

من قاعدة «كيب كيندي» انطلق في التاريخ المذكور، صاروخ ذو مرحلتين «أطلس/أجينا»، يحمل فوق قمته سفينة الفضاء «مارينر-4». مستهدفة كشف مزيد من الأسرار التي انتهت إليها استكشافات المراصد الأرضية لسطح

(2) سعد شعبان: الطريق إلى الكواكب-الهيئة المصرية العامة للكتاب (1990).

الكوكب الأحمر. وكانت حمولة السفينة تتكون من مجموعة من الأجهزة الدقيقة لقياس المكونات والمجالات، عبر مسار رحلتها الطويلة أثناء الاقتراب من الكوكب نفسه.

وبالإضافة إلى ذلك كانت السفينة تحمل كاميرا تليفزيونية لتصوير سطح الكوكب عند الدوران حوله. كما كانت هناك تجربة بواسطة جهاز الراديو الذي على متن السفينة نفسها. ولكي تنفذ التجربة صمم مدار السفينة بحيث تدور خلف الكوكب بمجرد وصولها قربه، بحيث تصبح في وضع احتجاب بالنسبة للأرض، وبذلك يمكن استقبال الموجات اللاسلكية من خلال الغلاف الجوي المتأين أو الغازي المحيط به، حيث إن دراسة الاختلاف في ترددات الإشارة اللاسلكية ووجهها وارتفاعها، يمكن منها استنتاج الضغوط، ودرجات الحرارة والكثافة في طبقات هذا الغلاف.

وفي يوم 15 يوليو 1965، التقطت السفينة أول صورة لسطح المريخ من قرب وبوضوح لم تصل إليه عدسات التلسكوبات الأرضية من قبل. وعند دوران السفينة حول الكوكب، التقطت كاميرا (20) صورة أخرى، وهي على بعد 300 مليون كيلو مترا من الكوكب.

ولقد كانت الصور تذاع بطريقة الإرسال «الرقمي» (Digital)، بعد تحويل كل صورة إلى (40) ألف نقطة مقسمة إلى (64) درجة من القتامة، مع تقسيم كل نقطة إلى (6) أجزاء مختلفة. وكان استقبال إشارات هذا الإرسال على الأرض يتم بدرجة خافتة لا تتجاوز جزءا من عشرة أجزاء من مليون مليون مليون وات (10-19 وات). وكان إرسال الصورة يستغرق وقتا يقرب من ثماني ساعات متصلة.

كما كان تحويل هذه الإشارات الخافتة إلى صور، يتم على الأرض بطريقة غاية في التعقيد.

وجدير بالذكر أن التحكم في مسار السفينة كان يتم بطريقة فلكية، تعتمد على استقبال مستشعرات ضوئية حساسة لنجم شديد اللمعان هو «سهيل اليمن» (Canopus)، وكذلك ضوء الشمس. وقد اتخذ هذان النجمان كنقطتي ارتكاز، لتوجيه السفينة نحو المريخ.

ثم بدأت بعد ذلك عملية إذاعة المعلومات المسجلة على شرائط السفينة واستقبالها على الأرض، بعد تسعة أيام. وللوهلة الأولى، عندما نظر العلماء

إلى صور سطح المريخ الآتية من «مارينـر-4»، أدركوا أن معلوماتهم عنه والتي انحدرت إليهم عبر مئات السنوات، تختلف كلية عن المعلومات التي تفصح عنها الصور. حيث كانت السمة المميزة لهذا السطح، هي توزع مئات الفجوات الدائرية والتي تشبه الفجوات القمرية عليه. كما أسفرت نتائج التجربة الراديوية، عن أن الضغط على سطح المريخ يتراوح بين (5 و 10) «ملليبار»، وهو ضغط منخفض بالنسبة لما توقعته القياسات الأرضية السابقة. كما أشارت النتائج إلى أن الوزن الجزيئي للغلاف الجوي هو (40)، بما يعطي دلالة على أن تكوينه الرئيسي هو غاز ثاني أوكسيد الكربون.

ولقد واصلت «مارينر-4» التحرك على مدارها حول الشمس وتحولت إلى كوكب صناعي. بينما عكف العلماء على تحليل نتائج قياساتها وصورها. ولم يكن خافيا عنهم أن ما توضحه هذه الصور لا يشمل غير جزء محدود من سطح الكوكب، الأمر الذي لا يمكن معه تعميم الاستنتاجات على باقي السطح الذي لم تغطه الصورة.

مارينر 6 و 7

إن النتائج المشجعة التي توصلت إليها أجهزة «مارينـر-4» كانت دافعا للمسؤولين في وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» إلى الإعداد لإرسال سفن أخرى جديدة. وتزويد كل منها بكاميرات وأجهزة أكثر دقة وتعقيدا. ولقد وضعت الخطة بحيث يتحقق اقتراب السفينتين «مارينر 6 و 7» من الكوكب في يوليو وأغسطس 1969، على التوالي(*). وكان هذا التوقيت يقتضي إطلاق السفينتين من الأرض في 24 فبراير و 27 مارس من نفس العام، ليكون الفاصل الزمني بين دورانهما حول الكوكب خمسة أيام فقط.

وقد حملت كل من السفينتين «مارينـر 6 و 7» كاميرا واسعة الزاوية، وأخرى ذات عدسة تسمح بالتصوير البعيد، وأجهزة لتحليل الطيف بالأشعة فوق البنفسجية. وأجهزة تحليل أخرى، لاكتشاف أي شكل من أشكال الموجودات الذرية أو الأيونية أو الجزيئية، قد تكون على المريخ، حتى ولو كانت على هيئة بيولوجية. كما كان بالسفينة جهاز لقياس درجة حرارة سطح الكوكب، يعمل متوافقا مع كاميرا التصوير التليفزيوني، لتغطية نفس

(*) أطلقت السفينة «مارينر-5» إلى كوكب الزهرة.

المساحة التي تصورها في نفس الوقت.

وقد تم إرسال الصور إلى الأرض، بطريقة مستحدثة ودقيقة بأسلوب الإرسال التليمتري الرقمي السريع بسعة (16200) بيت في الثانية : (Bits Persec) ومن أجل استقبال صور هذه الكاميرات، أقيم في ولاية كاليفورنيا هوائي قطر (طاسته) 64 مترا[3].

ولقد أظهرت صور السفينتين «مارينر 6 و 7»-بوضوح أكثر مما أظهرته سابقتهما «مارينر-4»-أن سطح المريخ مليء بالفوهات الدائرية المشابهة لفوهات القمر. كما أظهرت أن منطقة القلنسوة القطبية الجنوبية للكوكب، خالية من أي تفاصيل طوبوغرافية. وأن المنطقة الاستوائية المسماة «تجويف أورورا» (Aurorae Sinus) تظهر بها تفاصيل طوبوغرافية مختلطة في غير نظام.

مشروع مارينر-مارس

في عام 1968، خطط علماء وكالة الفضاء الأمريكية (ناسا)، لاستكشاف المريخ، وفق خطة دقيقة يتم خلالها تصوير سطح الكوكب، ومراقبة تغير خواصه على مدى (90) يوما متصلة. وتحدد لذلك تنفيذ برنامج أطلق عليه اسم «مارينر-مارس-1971»، وكان البرنامج يتكون من ست تجارب محددة تجرى خلال هذه المدة بواسطة أجهزة علمية مماثلة لما وضع في سفن مارينر السابقة، لتحقيق :

- التصوير بكاميرات تليفزيونية.
- تحليل الطيف بالأشعة فوق البنفسجية.
- تحليل الطيف بالأشعة تحت الحمراء.
- قياس الإشعاعات تحت الحمراء الصادرة من السطح.
- قياسات رادوية في جو المريخ أثناء احتجاب السفن.
- إجراء قياسات ميكانيكية سماوية.

ولقد تشكلت مجموعات تتكون من (11) عالما، لوضع خطة ومطالب تنفيذ كل تجربة، ووضع تصميم الأجهزة، والسفينة التي ستحملها، وتصميم المدار الذي ستسلكه للدوران حول الكوكب.

---

(3) W. K Hartmann & O. Raper: The New Mars-Nasa 1974.

واستقر رأي مجموعات العمل، على إطلاق سفينتين متماثلتين إلى المريخ، لتقوم كل منهما بمهمة مستقلة عن الأخرى، بحيث يمكن تكامل قياساتهما فيما بعد. وكانت الخطة الموضوعة أن تطلق السفينة الأولى بزاوية ميل قدرها (80°) على خط استواء المريخ، لتدور حوله على مسافة (1250) كليو مترا للتعرف على المنطقتين القطبيتين للكوكب، بالتقاط ما يقرب من (5400) صورة.

بينما تطلق السفينة الثانية بزاوية ميل قدرها (50°)، لتدور حول الكوكب على مسافة تكون أقرب مسافة فيه من سطحه (850) كيلو مترا.

وقد صمم مدار هذه السفينة، بحيث يتكرر تصوير نفس المساحات على سطح المريخ، لدراسة ما يطرأ عليها من متغيرات. وكان انتقاء أقرب بعد من الكوكب (850 كيلو مترا)، ليسمح بتصوير معالمه بدرجة تحليل عالية. وكان المتوقع أنه يمكن الحصول على (3000) صورة، ونتائج تحليل طيفية من هذه المهمة.

وبعد أن صممت أجهزة كلتا السفينتين، وأعدت الأجهزة الأرضية التي ستستقبل معطياتهما، استقر الرأي على إطلاق «مارينر-8 و 9».

فشل «مارينر-8» ونجاح «مارينر-9»

أطلقت السفينة «مارينر-8» من قاعدة كيب كيندي يوم 9 مايو 1971، ولكنها فشلت في بلوغ المدار المحدد لها، لخلل أصاب مجموعة التوجيه في مرحلة الصاروخ «سنتور». وتبددت مع سقوطها في المحيط قرب «بورتوريكو»، آمال استمرت على مدى عامين سابقين. ولقد امتص بورتوريكو فريق العمل في المشروع، صدمة هذا الفشل وعمد إلى تعديل مهمة السفينة التالية «مارينر-9»، بحيث تستطيع تحقيق أهم الأغراض التي رسمت لكلتا السفينتين معا.

ولذلك عقد العزم على تعديل زاوية ميلها لتصبح (65°) بدلا من (50°)، كما تعدل المدار، لكي تكون أقرب مسافة فيه من سطح الكوكب (1250) كيلو مترا بدلا من (850).

وكانت فلسفة هذا التعديل، هي أنه بعد مرور (17) يوما مريخيا من بدء الدوران، تكون السفينة قد أتمت (35) دورة حوله. ثم يبدأ مسقط مسارها

على السطح في التكرر، تحت نفس ظروف الإضاءة من الشمس. وذلك حتى يمكن إعادة دراسة أي تغير طرأ على المساحات التي سبق تصويرها، مع تحقيق بعض التداخل (Over Lap)، بين هذه الصور.

وقد تم إطلاق السفينة «مارينر-9» يوم 30 مايو 1971، وقطعت خلال (167) يوما رحلة طولها (394) مليون كيلومتر. ثم بدأت مهمتها في تصوير سطح الكوكب، وإرسال (7000) صورة إلى الأرض. الأمر الذي قلب موازين التفسيرات السابقة حول تكوينات هذا السطح.

5 عواصف على المريخ

كانت الخطة الموضوعة للسفينة «مارينر-9»، تستهدف وصولها لتدور حول المريخ، أثناء تقلص القلنسوة الثلجية التي تغطي منطقته القطبية الجنوبية، وعندما تبدأ معالم نصفه الجنوبي في الظهور قاتمة اللون. لكن بعد مضي حوالي أربعة شهور من الإطلاق، الذي تم في 30 مايو 1971، وقبل أن تبدأ السفينة مرحلة الدوران حول الكوكب بحوالي شهرين، ظهرت «سحابة» بيضاء لامعة، فوق المنطقة المسماة باسم «نوح» (Noachis)[1]. ثم أمكن رصد انتشار هذه السحابة خلال الأيام التالية، لتغطي مساحة كبيرة من السطح.

ولقد كان رصد انتشار هذه السحابة، من مراصد أرضية متعددة، في جنوب أفريقيا، وولايتي نيومكسيكو وأريزونا الأمريكيتين. حيث سجلت هذه المراصد أن السحابة بدأت فوق رقعة طولها (2400) كيلو مترا، ثم أخذت بعد ذلك في الاتساع أكثر وأكثر، حتى حجبت المنطقة التي بدأت منها.

وبعد بضعة أيام، بدأت سحابة أخرى في الظهور، فوق المنطقة المسماة «إيوس» (Eos). وقرر

---

(1) The NEW MARS: William Hartmann & Odell Raper: NASA (1974).



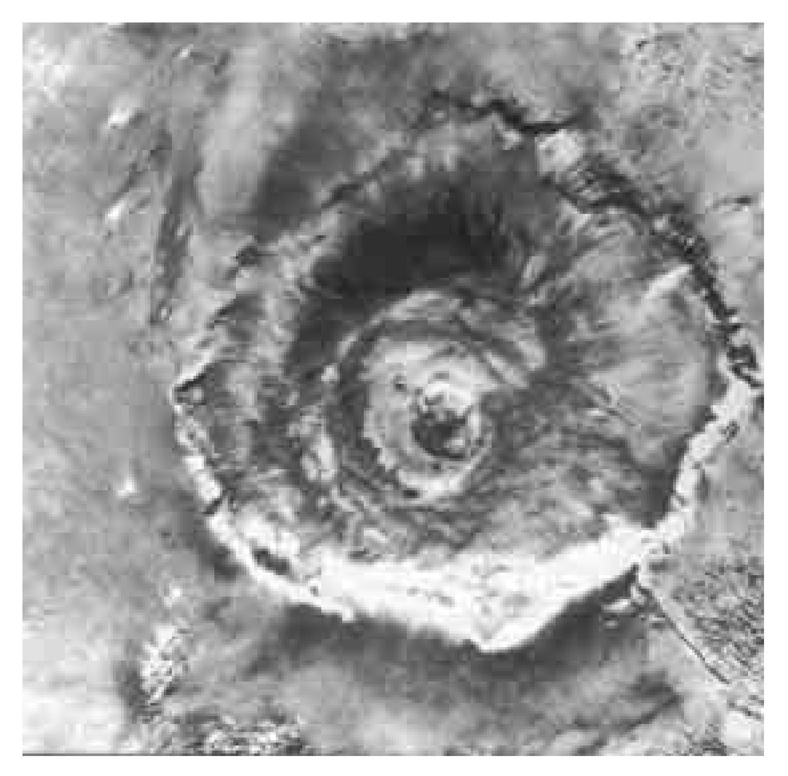
عاصفة ترابية وتصور فنان لتصاعدها

الراصدون أنه قبل بداية ظهور السحابة ببضعة أيام، أخذت بعض معالم سطح الكوكب في الاختفاء، الأمر الذي عللوه بأن ترابا أخذ يثور في جو الكوكب، فتختفي تحته معالم السطح. وبعد مرور (16) يوما على بداية السحابة، أخذت تنتشر فوق عدة مناطق من السطح، ثم تلتحم مع بعضها، فوق ما طوله (12) ألف كيلو متر، ثم تختفي على مدى ما يقرب من (15) يوما. ولقد قرر الراصدون أن سرعة حركة السحابة تتراوح بين (30 و 40) كيلو مترا في الساعة.

كان رصد حركة السحب الترابية فوق المريخ بهذه الدقة والوضوح، أمرا جديدا يحدث لأول مرة. لكنه أعاد إلى ذاكرة العلماء أن بعض السابقين نوهوا عن رصد مثل هذه السحب، منذ عدة قرون. ولكن وسائل الرصد وقتئذ لم تنهض بمتابعة حركتها. فقد سبق أن قرر «وليم هرشل» في عام (1784)، أنه لوحظ اختفاء بعض المعالم أحيانا، وكتب ما نصه «أنه يرجح أن يكون سبب ذلك سحبا أو أبخرة تسبح في جو المريخ». وتكرر هذا التفسير، على أيدي علماء آخرين، منذ عام 1892 حتى عام 1956. وأعطى بعضهم تفسيرا مقنعا لانتشار هذه السحب، بأنه عند بداية وجودها تحجب الأتربة قسطا من أشعة الشمس عن السطح. فيؤدي ذلك إلى انخفاض درجة حرارة المناطق التي تظللها السحابة. وبالتالي يحدث اضطراب في الغلاف الجوي للكوكب، ينتج عنه رياح محلية، تثير الأتربة في الجو. ومع انتشار هذه الأتربة، يصل قدر أكبر من حرارة الشمس إلى السطح، فيزداد الاضطراب في الغلاف الجوي، ويزداد معه انتشار السحب الترابية.

الجديد في الصور

في 8 نوفمبر 1971، بدأت الصور تصل من السفينة «مارينر-9» إلى الأرض، والجديد في الأمر أن علماء الرصد، لاحظوا في صور «مارينر-9»، وجود بعض النقط الصغيرة داكنة اللون فوق السطح الباهت للكوكب. وبمقارنتها بخرائط الرصد القديمة، أمكن التوصل إلى أن إحدى هذه النقط تطابقت مع منطقة تعرف باسم «نيكس أوليمبيكا» (Nix Olympica). وكان معتادا رؤيتها كنقطة قاتمة، تحيط بها سحابات بيضاء، وكان يطلق عليها منذ عهد «سكياباريللي» اسم «ثلوج أوليمبوس» (Snows of Olympus).



فوهة بركان أوليمبوس

وباستخدام القياسات الرادارية، أمكن التحقق من أن هذه المنطقة تمثل واحدة من أكثر جبال المريخ ارتفاعا، وأنها تشمخ بارزة من خلال السحب الترابية.

وهكذا أفصحت صور «مارينر-9» عن ثاني معالم سطح المريخ بوضوح، وهي قمة هذا الجبل، بعد أن أفصحت عن معالم القلنسوة القطبية الجنوبية من قبل. لكن الصور التالية أفصحت عن مزيد من النقط الداكنة-ذات الحواف-في منطقة مريخية تعرف باسم «ثارسيس» (Tharsis). ووقتئذ كانت السفينة على مدار، أقرب مسافة فيه من سطح الكوكب، تعادل (1398) كيلو مترا.

وقد عززت قياسات الحاسب الآلي ما أظهرته الصور بعد ذلك، من

وجود فوهات بركانية (Volcanic Craters) عند قمم أربعة جبال، بدت في الصور بارزة فوق السحب الترابية. كما أظهرت وجود أثر في صورة سحابة مقوسة طولها (1000) كيلو متر، تمتد خلف قمة أحد هذه الجبال.

وقد كانت هذه الصور بمنزلة اكتشاف غير متوقع، يؤكد أن قمة «نيكس أوليمبيكا»، والقمم الثلاث الأخرى، هي براكين نشطة، وأن الرياح الشديدة تذرو ما يتصاعد منها من سحابات ترابية. وقدر العلماء وقتئذ أن سرعة هذه الرياح تصل إلى (250) كيلو مترا في الساعة.

وهكذا أفصحت السفينة عن معالم طوبوغرافية على سطح المريخ لم يكن للعلماء عهد بها من قبل. فكان ذلك مشجعا لهم على تعديل الخطة المرسومة لاستكشافه، بامتداد مهام السفينة للحصول على المعلومات اللازمة حول قمري المريخ «فوبوس، وديموس».

الفوهات الدائرية

في 17 نوفمبر 1971، بدأت بعض الحواف الدائرية تظهر في الصور التليفزيونية، كدوائر خافتة باهتة اللون. كما أمكن بقياسات الرادار تمييز منطقة منخفضة تمتد لعدة كيلومترات. وأصبح واضحا وجود واد ضيق منحدر الجنبات يمتد بطول (3000) كيلو متر بين منطقة «كوبراتس» (Coprates) ومنطقة «إيوس» (Eos)، وأن عرض هذا الوادي يتراوح بين (100، 200) كيلو متر. فأصبح بين أيدي العلماء، أحد المعالم المريخية الجديدة.

وبعد أيام أظهرت الصور من خلال السحب الترابية، معالم مريخية جديدة، تتمثل في سلسلة من الخطوط الشعاعية المتصلة في المنطقة المسماة «هيلاسبونتس-نواشيس» (Hellaspontus - Noachis). ثم بدأت سحب التراب التي كانت تحجب الرؤية جزئيا تنقشع، وتظهر ما تحتها من معالم.

وهكذا وضعت صور السفينة «مارينر-9»، أمام العلماء حفنة معلومات جديدة حول معالم سطح المريخ، تمثلت في هبوب العواصف الترابية على هذا السطح حتى ارتفاعات تبلغ 30 كيلو مترا. وأوضحت أن حبيبات هذا التراب تتراوح أقطارها بين (2 و 15) ميكرو-متر(*). وأثبتت قياسات الطيف

(*) كل 1000 ميكرومتر = 1 ملليمتر

بالأشعة تحت الحمراء، أن مادة هذه الحبيبات تتكون من السليكون بنسبة لا تقل عن 60٪. الأمر الذي يدل على أن هناك تغيرات «جيولوجية-كيماوية» (Geochemical) قد وقعت على المريخ. وتشير إلى أن باطن الكوكب لابد أن يكون مكونا من معادن ومواد في حالة انصهار. الأمر الذي يؤكده وجود عدد كبير من البراكين الكبيرة.

كما أظهرت الصور التليفزيونية أيضا، تحرك كتل هوائية باردة، تتبعها أنماط سحابية مميزة. وفي غمار هذه العواصف، كان التراب يتصاعد حتى ارتفاعات تبلغ 15 و 20 كيلو مترا، الأمر الذي يشير إلى شدة تيارات الحمل الهوائية الرأسية، نتيجة لامتصاص كتل الهواء المحملة بالأتربة، لحرارة أشعة الشمس.

مارينر-10

بعد أن أوضحت صور «مارينر-9»، حقائق مذهلة لم تكن معروفة من قبل، أطلقت السفينة «مارينر-10» في 3 نوفمبر 1973. وبعد أن أرسلت آلاف الصور عن سطح المريخ، لم تختلف كثيرا عن صور سابقتها، حولت إلى مدار آخر قريب من كوكب عطارد، في مارس 1974، لمواصلة جمع المعلومات عنه.

6 ثورة في تفسير صور المريخ

بعد انقشاع العواصف الترابية عن سطح المريخ، بدأت رؤية معالم هذا السطح بوضوح. وبدأ معها التساؤل عن العلامات الداكنة التي كانت ترى بواسطة المراصد الفلكية الأرضية. وتصاعدت مع هذه التساؤلات، افتراضات تراوحت بين كونها نباتات تبرز في شقوق وسط اللافا، وبين كونها رواسب بركانية قذفت بها الرياح. وإن كانت صور السفينتين «مارينر 6 و 7» قد أوضحت في عام 1969، هذه العلامات الداكنة بدقة تبلغ 4 كيلو مترات، لكنها لم تحسم تشخيصها أو معرفة كنهها. بل على النقيض، فإن الراصدين كانوا في حيرة من ظهور بعض المعالم «المشوشة» (Chaotic)، والفوهات الدائرية التي بدت وسط حدود المساحات الداكنة. الأمر الذي يعد دلالة على أنها ليست تكوينات جيولوجية ثابتة. كما أن بعض صور «مارينر 6 و 7» أظهرت وجود لطخ داكنة في داخل هذه الفوهات الدائرية، وبدرجة غير كافية لتمييز قاع الفوهات نفسها، كما هو الحال في الفوهات القمرية مثلا. ولذلك ظلت المسألة الغامضة، هي هل هذه البقع الداكنة تمثل مساحات زراعية؟ أم لا؟

وكانت هناك فرصة، لمقارنة الصور التي سبق

تصويرها من المراصد الأرضية، بالصور التي أخذتها سفن الفضاء، لتمييز ما سبق تصور أنه بحار، وواحات، وقنوات. والاستعانة بتحليل الحواسب الإلكترونية، التي لم تستطع أن تؤكد ما تعبر عنه المساحات الداكنة.

تطابق الصور بنظام الموزايك

وكان لابد من اللجوء إلى لصق الصور متجاورة بنظام «الموزايك» (Mosaics)، لمتابعة المعالم التي تغطي مساحات كبيرة. وكانت الحواسب تستخدم نظما تصحح معالم تشويه الصور التي تلتقطها كاميرات تصوير بسفن الفضاء بزاوية مائلة. كما كانت قادرة على تطبيق تقنية تستطيع تمييز أي معالم جديدة تظهر في صورة حديثة، لم يكن لها وجود في صورة قديمة أخذت لنفس المنطقة. ولكن كل هذه الوسائل أعطت مفاتيح مخادعة للمسألة الغامضة.

وأوضح مثل على ذلك، منطقة «سيرتيس الكبرى» (Surtis Major) التي كانت أول ما أظهرته المراصد الأرضية من مناطق داكنة. فقد أظهرت الصور الفضائية أنها مليئة بالخطوط الشعاعية (Streaks) القاتمة. وقد لوحظ أن كل خط منها يخرج من فوهة صغيرة. ولكن ملحوظة مهمة سجلت، أن أغلب هذه الخطوط تمتد في اتجاه العواصف الترابية التي سجلتها السفينة «مارينر ـ 9» ، ويتخلف عنها كثبان رملية (Sand Dunes) في نفس الاتجاه.

الرواسب والكثبان

وبذلك أصبح واضحا أن الخطوط الداكنة تعبر عن رواسب خلفتها الرياح الشديدة، وأن مساراتها تتقاطع أحيانا مع الفوهات الدائرية، أو مع أي معالم طوبوغرافية أخرى. وبالتالي يمكن أن يستدل على حركة العواصف الترابية والرياح، من فحص اتجاهات هذه الكثبان الرملية.

ومن أشهر العلماء الذين أمكن الاستعانة بخبرتهم في هذا المجال، عالم الطبيعة البريطاني «ر. أ . باجنولد» (R. A. Bagnold) الذي سبق له وضع مرجع عام 1941، عن تكوينات كثبان الرمال في الصحراوات الأفريقية.

وحسمت قضية تفسير الكثبان، بتشكيل لجنة من علماء وكالة «ناسا»،

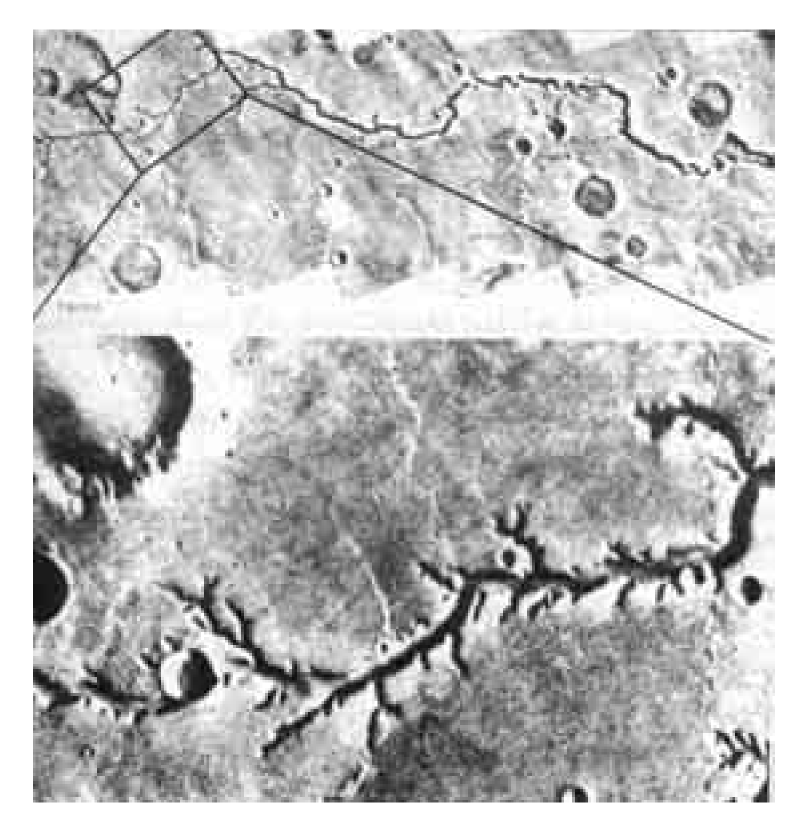
عمدت إلى إجراء تجربة نفخ الرمال في «نفق تجارب هوائي» (Wind Tunnel)، فوق نموذج لفوهات تمثل فوهات المريخ. وخلصت اللجنة إلى أن الخطوط الداكنة، في قاع الفوهات أو خلف حوافها، هي في حقيقتها من نواتج أو مخلفات التراب، الذي تثيره الرياح أو تحمله العواصف الترابية. وبالتالي فإن التغيرات التي كانت تلاحظ من المراصد الأرضية عاما بعد آخر، كانت نتيجة تغير اتجاهات الرياح. وبعد الاطمئنان إلى وجاهة هذا التفسير، بقي أمر معلق، هو أن هناك بعض الخطوط، قد أظهرتها صور السفينة «مارينر ـ 9» داكنة اللون، بينما أظهرت بعضها الآخر فاتح اللون. وقد تمثل أحد افتراضات تفسير هذا التباين اللوني، في أن بعض أحجام حبيبات التراب، ناعم وبعضه الآخر خشن. ولذلك تختلف الانعكاسات على هذه الحبيبات المختلفة الأحجام. كما أن سرعة الرياح، تؤدي دورا في هذا المجال، إذ إن الرياح عالية السرعة، يمكنها حمل حبيبات التراب الدقيقة والخشنة. وبالتالي فإن الخطوط الناجمة عنها، تكون طويلة. وعلى النقيض تكون الرياح والعواصف منخفضة السرعة، هي سبب وجود الخطوط القصيرة.

وبالرجوع إلى تحليلات الطيف لصخور المريخ، سهل التوصل إلى أن بعضها غني بعنصر السليكون، وبعضها الآخر فقير. ولذلك فإن هذه الطبيعة الجيولوجية لصخور المريخ، يمكن أن تؤيد التفسير الذي انتهى العلماء إليه.

غير أن بعض علماء «البتروغرافيا» ـ (علم وصف الصخور) ـ، أعطوا تصورا آخر، يبدو منطقيا أيضا، وهو أن الحبيبات الصخرية الصغيرة والدقيقة، يمكن أن تتأكسد في وقت أسرع من الصخور الكبيرة الحجم. وبالتالي فإن التباين اللوني بين هذه وتلك، يكون مرجعه إلى التفاعل «الجيو ـ كيماوي» (Geochemical). فهذا التفاعل يختلف في الحبيبات الصغيرة، التي يتحول لونها إلى اللون الأحمر المتدرج، بينما يبقى لون الحبيبات الصغيرة دون ما تغيير.

سر القنوات والواحات

وبقيت بعد ذلك مسألة معلقة دون ما تفسير، وهي ما سبق لكثير من الراصدين تعليق ظنونهم برؤية ما أطلقوا عليه «قنوات» و «واحات». وقد



التجميع صور بالموزايك لشق يمتد مسافة 500 كيلو متر

درست مجموعة صور بنظام الموزايك للسفينة «مارينر ـ 9» للمنطقة المسماة «تجويف ميريدياني» (Meridiani Sinus)، فأفصحت عن وجود بعض الخطوط والبقع العادية. الأمر الذي أكد أن ما صوره القدامى عن شبكة قنوات مائية صناعية، ليس أكثر من افتراض، عجزوا عن تأكيده بأي صورة من الصور.

حتى أوضحت الصور الفضائية أن القنوات، ليست أكثر من رواسب وسط عدد لا يحصى من البقع واللطخ لم يكن ممكنا تمييزها بواسطة التلسكوبات.

أما بالنسبة للظنون التي حامت حول «الواحات»، فقد سبق القول، بأن

الصور الفضائية قد أكدت أنها قمم لبراكين. ومن ثم فقد أصبح هذا التفسير متماشيا علميا مع النتائج التي سجلتها قياسات «مارينر ـ 9»، بضرورة الحذر عند تناول موضوع وجود الماء على المريخ. وإن كانت بعض القياسات التي أجريت فيما بعد، قد أشارت إلى دلائل، عن وجود أنهار مطمورة تحت سطح المريخ.

خلاصة القول

لذلك فإن خلاصة القول، هي أن صور السفينة «مارينر ـ 9»، قد أفصحت أن التغيرات التي تم رصدها على سطح المريخ، عبر مئات السنوات السابقة، سببها ما تحمله العواصف والرياح من رواسب، فتحركها من مكان لآخر. وبالطبع فإن هذا لا يمكن اعتباره، سببا وجيها لافتراض أن هذا له أي علاقة بوجود نباتات تتغير ألوانها من حين لآخر. وهي في نفس الوقت لا يمكن أن تجزم بوجود، أو عدم وجود، لون من ألوان الحياة البدائية، سواء في الماضي أو في الحاضر.

7 شكل المريخ وجيولوجيته

هناك قول معروف للعالم «ر. أ . ليتليتون» (R. A. Lyttleton) قاله عام 1963 هو: «يعتبر المريخ أصلح الكواكب لتحقيق الافتراض القائل بأن التركيب الداخلي لكواكب المنظومة الشمسية متماثل، لأن له أقمارا تدور حوله. ولذلك يمكن معرفة توزع كتل المواد التي تشكل تربته، بسهولة أكثر من كوكبي الزهرة أو عطارد. ورغما من ذلك، فإنه يبدو حتى الآن، أن نصف قطر المريخ، وكتلته لم يحددا بالدقة اللازمة»[1].

وإذا كان العلماء قد تمكنوا من رصد المريخ منذ مدة طويلة، فإن معلوماتهم عنه لم تتجاوز التكوينات التي تظهر على السطح فقط. غير أن الاكتشافات التي سجلتها السفينة «مارينر-9»، لم تقتصر على معرفة ما يظهر على السطح وحده، بل تجاوزت ذلك إلى ما تحت هذا السطح. وما يحيط به.

فعلى سبيل المثال، فإن حركة سفينة الفضاء، تعطي دلالة عن هيئة مجال الجاذبية (Gravitational Field) الذي يحيط بالكوكب، والذي بالتالي قد تشكل بتوزع كتل المواد الموجودة في باطنه. ذلك أن

(1) William Hartmann & Odell Raper: The New Mars-NASA 1974.

أي بروز طوبوغرافي يكون ظاهرا في أحد الجوانب، أو أي تركيز في المواد في أي مساحة تحت السطح، لابد أن تؤثر في مجال جاذبية السفينة، وتحدث اضطرابا في حركتها عند مرورها فوق هذه المساحة. وبالتالي فإن اكتشاف هذه الاضطرابات يمكن أن يدل بداهة على الرواسب الجيولوجية المتكونة تحت المعالم السطحية التي توضحها الصورة الفوتوغرافية للسطح، والتكوينات الجيولوجية الظاهرة فوقه، كلها لها ارتباطات معقدة بعضها ببعض.

وعلى مدى سنين طويلة، ظل هناك اعتقاد بأن المريخ ليس تام التكور في الشكل، وأن به تفلطحا عند القطبين، كمثل الأرض. ولقد أظهرت ذلك قياسات الفلكيين التي تعتمد على الأجهزة البصرية خلال المائة سنة الماضية، وقد تمت هذه المحاولات اعتمادا على تجعد صور هاتين المنطقتين. غير أنه أمكن الحصول على نتائج إيجابية، فقد وجد أن نصف القطر عند خط استواء المريخ، أكبر بمقدار 36 كيلو مترا من نصف القطر القطبي. وعادة يشار إلى «التفلطح أو التسطح» بالنسبة التالية :

$$\left[\frac{\text{نصف القطر عند خط الاستواء - نصف القطر عند القطب}}{\text{نصف القطر عند القطب}} \right]$$

وقد وجد أن هذه النسبة للمريخ تعادل (0,011).

وللأسف فقد ظهرت مسألتان تتعلقان بهذه النتيجة: أولاهما أنها أكثر من حدود الافتراضات النظرية للتفلطح، إذا كان المريخ كوكبا منتظم التكور. وثانيتهما أنها تبلغ أيضا ضعف المقدار الذي يمكن حسابه نظريا من قياس يعرف باسم «التفلطح الديناميكي» (Dynamic Flattening). ذلك أن التفلطح الذي أظهرته الصور الضوئية، يختلف عن «التفلطح الديناميكي» الذي يحسب من قياسات مجال الجاذبية، إذ إنه مقياس لتوزيع الكتل داخل الكوكب.

وإذا كان للكوكب تابع أي قمر طبيعي، يدور حوله في مدار مغلق، فإن وجود مجال جاذبية غير تام الاستدارة، تؤثر في حركة هذا التابع على مداره، ويمكن بواسطته تحديد مقدار «التفلطح الديناميكي». ولأن قمري

المريخ «فوبوس، وديموس» قريبان من الكوكب، فإن الحسابات والدراسات التي أجريت على مداريهما، انتهت إلى أن التفلطح الديناميكي لهما قدره (0,0052).

ولقد أدت هذه النتائج المتناقضة إلى إثارة بعض الجدل بين العلماء. إذ كان العالم «هـ. سي. يوري» (H. C. Urey) قد أشار في عام 1950، إلى أن هاتين النتيجتين يمكن أن تكونا منسجمتين، إذا كانت هناك تضاريس جبلية في المنطقة الاستوائية المريخية، وإذا كانت ترقد فوق طبقات أقل منها كثافة. ومثل هذه التضاريس العالية، قد تكون هي السبب في الاستواء الذي يلاحظ بالتصوير الضوئي، ودون أن يكون لها تأثير في القياسات التي تجرى لمعرفة «التفلطح الديناميكي».

ولقد أثبتت التجارب الراديوية المأخوذة عند استتار السفينة «مارينر-9»، خلف جسم المريخ، أن نصف قطره الاستوائي أكبر بمقدار (19) كيلو مترا من نصف قطره القطبي. كما أوضحت الصور أن هناك مرتفعات بركانية توجد عند بعض خطوط العرض المنخفضة، مثل مناطق «ثارسيس» (Tharsis)، و «إليزيوم» (Elysium).

ولقد حققت الحسابات المستقاة من دراسة حركة السفينة «مارينر-9»، نفس قيمة التفلطح الميكانيكي التي دلت عليها دراسة حركة تابعي المريخ «فوبوس، وديموس». ولقد دلت كلتاهما على أن شكل كوكب المريخ الخارجي، معقد على نحو لم يكن يتوقعه أحد. ولقد أثبتت القياسات المأخوذة من الدورات الأولى للسفينة، أن مدة دورتها حول المريخ ليست ثابتة، بل تتذبذب وفق نسبة الجيب (Sinusoidally) كل (18) يوما. وهذا ما يؤكد أن عدم انتظام الشكل الخارجي للمريخ، ليس فقط في الاتجاه الطولي بين القطبين، بل أيضا في الاتجاه العرضي عند خط استوائه، وهو أمر لم يكن متوقعا لدى كثير من العلماء.

ولقد أثبتت البيانات المأخوذة من متابعة حركة السفينة، أن مناطق البراكين الاستوائية، تزيد فيها جانبية الرواسب (17) مرة على أي منطقة على كرتنا الأرضية. ومن الواضح أن الحركة البطيئة التأثير للقوى «التكتونية» (Tectonic) التي كسرت قشرة سطح المريخ، وأحدثت البراكين في منطقة «ثارسيس»، قد أسهمت في انتظام شكل الكوكب. وبذلك نخلص إلى أن

الشكل الهندسي لكوكب المريخ، يقرب من أن يكون قطعا ناقصا ذا ثلاثة محاور (Triaxial Ellipsoid)، أكثر من كونه كرة مفلطحة مماثلة للكرة الأرضية.

وتشير التحليلات المأخوذة من القياسات المختلفة لشكل المريخ، مثل قياسات طيف جهاز الارتفاع بالأشعة فوق البنفسجية، والقياسات بالرادار والتي تمت في عام 1973، إلى أن نصف قطر المريخ على ثلاثة محاور كالتالي :

- أطول نصف قطر استوائي عند خط الطول (105ْ) = 3396 كلم.
- نصف القطر الاستوائي في اتجاه عمودي على أطول نصف قطر = 3394 كلم.
- نصف القطر القطبي = 3376 كلم.

ويقطع أطول نصف قطر استوائي خطا يمتد بين خط الطول عند منطقة «سيرتيس» الكبرى (Syrtis Major)، والمرتفعات العالية في منطقة «ثارسيس» (Tharsis).

كما أمكن استنتاج وجود منطقة رواسب تحتية في الكوكب، حيث وجد أن المنطقة القطبية الشمالية، منخفضة عن المنطقة القطبية الجنوبية بمقدار 3,4 كيلو متر. وقد اقترح بعض الباحثين، أن سطحي المنطقتين القطبيتين تكتسيان بطبقات مختلفة السمك من الرواسب، ولكنها عند القطب الشمالي أكثر سمكا.

غير أن أجهزة تحليل الطيف بالأشعة تحت الحمراء، وفوق البنفسجية، التي كانت تحملها السفينة «مارينر-9»، قد جمعت معلومات حول الضغط على سطح المريخ. ومن خلال هذه المعلومات يمكن تحويلها وبواسطة معادلات بارومترية إلى معلومات طوبوغرافية. وللحصول على هذه المعلومات، اعتمدت أجهزة تحليل الطيف بالأشعة تحت الحمراء، على قياس نسبة امتصاص غاز ثاني أوكسيد الكربون، الذي يعتبر المركّب الأساسي في جو المريخ. غير أن هذه الطريقة كانت محدودة الفائدة، لتأثرها بدرجة حرارة الغلاف الجوي للكوكب.

بينما على الجانب الآخر كانت عملية تحليل الطيف بالأشعة فوق البنفسجية أكثر جدوى، لأنها تعتمد على عوامل أخرى متفرقة ليس ضمنها درجة حرارة الغلاف الجوي للكوكب. فالجزيئات التي توجد في غلاف

المريخ تحدث تشتتا في أشعة الضوء عامة، ولكنها تحدث تأثيرا قويا بالنسبة للأشعة فوق البنفسجية. ولذلك استطاع المحللون. باستخدام طول موجة محدد في نطاق حزم الأشعة فوق البنفسجية، التوصل إلى نتائج للربط بين انعكاسات هذه الأشعة، وطوبوغرافية السطح كما صورتها الكاميرات التليفزيونية.

كما أمكن الحصول على تفاصيل طوبوغرافية أخرى، من معطيات السفينة «مارينر-9»، باستخدام الوسائل الأستريوسكوبية، وخاصة أثناء العواصف الترابية. إذ كانت الصور تلتقط أثناء هذه العواصف من زوايا مختلفة للمعالم الطوبوغرافية التي لا تحجبها العواصف، مثل القمم البركانية، والغطاء الجليدي فوق القطب الجنوبي. وباستخدام الحواسب، استطاع العلماء ترشيح هذه المعلومات والحصول على أزواج من الصور التي أعطت دلالات عن طوبوغرافية السطح.

وعلى سبيل المثال دلت كل هذه الوسائل على أن القمم البركانية لمرتفعات «أوليمبوس» (Olympus) تزيد على (20) كيلو مترا.

وبهذه الوسائل أيضا أمكن رسم خرائط لطوبوغرافية معالم المريخ، بدقة تحليل تزيد على الأقل (20) مرة، على استخدام الصور الفوتوغرافية المأخوذة للسطح من الأرض. وبقي أن يعمل العلماء المحللون على تحسين هذه الوسائل ورسم الخرائط التفصيلية لسطح الكوكب.

ولقد كان قدامى العلماء الذين رصدوا سطح المريخ، قد اختاروا خط الطول المار بمنطقة «التجويف المداري» (Sinus Meridiani) ليكون مماثلا لخط طول جرينتش على الأرض، لبدء القياس على المريخ. غير أنه أصبح صعبا التمسك بهذا الأمر، عند قياس حركة الكوكب. ولذلك أجمع العلماء على اختيار خط طول الصفر على المريخ، عند منتصف معلم طوبوغرافي ثابت، وهو منتصف الفوهة الدائرية المارة بمنطقة «سينس». وهي فوهة دائرية صغيرة تقع داخل فوهة دائرية أخرى أكبر منها وسبق التقاط عدة صور لها بواسطة سفينتي «مارينر 6 و 9». وللتفرقة بين الفوهتين، أوصى علماء تحليل الصور بتسمية الفوهة الكبيرة باسم «أيري» (Airy)، وتسمية الصغرى باسم «أيري-صفر» (Airy-0).

وبذلك لم تعد صور السفينة «مارينر-9»، مرجعا لسطح المريخ فقط، بل

أصبحت أيضا أساسا لأي خرائط يمكن أن ترسم لهذا السطح في المستقبل.

كما أن تحليل هذه الصور، أوضح معالم شكل المريخ. فعلى سبيل المثال، فإن قياسات السفينة عن اضطراب القياسات الخاصة بمجال الجاذبية، كانت دليلا على عدم انتظام التكوين الداخلي للقشرة تحت سطح الكوكب، كما سبق أن أوضحنا.

أما عن تكوين الطبقات العميقة في جسم الكوكب، فإن هناك افتراضات قديمة وضعت منذ عدة عقود، تقول إن وجود قلب حديدي للمريخ، مماثل للمفترض وجوده في الأرض، يلزمه وجود قياسات دقيقة للكتلة ونصف القطر، وعدة عوامل أخرى مماثلة. غير أن القياسات الحديثة قد أوضحت أن القلب الداخلي للمريخ، يحتوي على نواة أساسية كثيفة التكوين. وليس لدى العلماء، حتى بعد قياسات السفينة «مارينر-9» أدلة واضحة على طبيعة تكوين باطن المريخ.

ولقد قادت خرائط «مارينر-9» المتعلقة بشكل السطح، واختلاف الجاذبية إلى معرفة تفاصيل جيولوجية السطح، بدقة أكثر مما لو كان قد اعتمد على الصور وحدها.

وعلى سبيل المثال والتدقيق، فإنه عند رفع المعلومات عن منطقتي «ثارسيس» (Tharsis) و «إليسيوم» (Elysium)، فإن قياسات الأعماق في حوضي «الوادي البحري» (Vallis Marineris)، و «هيلاس» (Hellas)، قد ساعدا على توضيح التكوين الطبيعي وطبيعة مكونات هذه التضاريس، وخاصة السطح الخارجي الذي يتكون من طبقات ترابية مخادعة. وبعد مراجعة وتجميع الصور والمعلومات، تمكن محللو وجيولوجيو مشروع «مارينر-9» من تصنيف أربعة أنواع من الخرائط، تحوي (214) تركيبا جيولوجيا للمريخ، هي:

1- الفوهات الدائرية الكثيفة

أ- رواسب في فوهات غير منقسمة (سطوح قديمة).

ب- رواسب في فوهات ذات (سطوح قديمة بها رواسب حديثة).

جـ- رواسب جبلية (حواف لأحواض واسعة).

2- السهول (بها تكوينات بركانية أو سببها الرياح)

أ- تكوينات من اللافا في سهول واسعة.



المنطقة القطبية تختلط فيها الثلوج بالتربة

ب- تكوينات من اللافا في سهول متوسطة السعة.

جـ- تكوينات من اللافا في سهول متفرقة ومتناثرة.

د- تكوينات متفرقة في سهول مبرقشة في السهول القطبية.

3- البراكين

أ- رواسب بركانية مثل حواف البراكين والقباب بجوارها.

ب- رواسب مليئة بالتجاويف وغير منتظمة أو متشققة.

جـ- رواسب بها تجاويف صغيرة.

4- معالم أخرى

أ- قنوات تشبه الأنهار.

ب- قنوات في سهول مستوية.

جـ- رواسب مشوشة الشكل.

د-رواسب على شكل عقد.

وقد ترتب على ذلك، وضع خطة لتقسيم سطح المريخ إلى مساحات، ووضع خرائط مقترحة لكل منها.

8 قمــــرا المريخ

منذ أوائل القرن الثامن عشر، ورد ذكر وجود جرمين صغيرين يدوران حول كوكب المريخ، وكان أولهما ما ذكر في كتاب «رحلات جاليفر» في عام 1720، الذي وضعه «دين سويفت» (Dean Swift)[1].

وتلاه ما ورد على لسان بعض البحارة الألمان في عام 1744 والذي ذكره «مارجوري نيكلسون» (Marjorie Nicolson) في أحد كتبه.

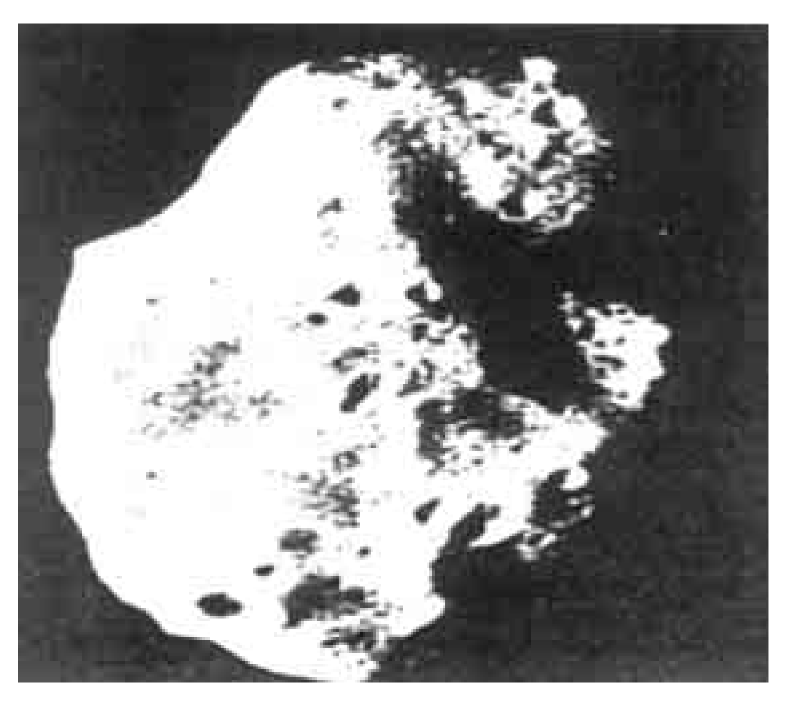
وتردد نفس القول في أحد مؤلفات الفيلسوف «فولتير» (Voltaire) في عام 1750، حتى توقفت الأمور عند حد اليقين بواسطة العالم «آساف هال» (Asaph Hall)، في عام 1877، الذي أورد في مؤلفه «اكتشاف توابع حول المريخ» أنه قد رصد وجود جسم ينبعث منه ضوء خافت يدور حول المريخ، وكان ذلك في يوم 11 أغسطس 1877.

وقد كان اكتشاف «آساف هال» لقمري المريخ قد تم بواسطة رصد البحرية الأمريكية في واشنطن، رغم أنهما كانا جسمين صغيرين خافتي الضوء.

وكان عدة علماء من السابقين عليه بمئات السنين قد أشاروا إلى ضرورة وجود أقمار حول

(1) William Hartmann & Odell Raper: The New Mars-NASA 1974.

المريخ. منهم «هرشل» (Herschel) الذي بذل جهدا في البحث عن أي تابع حول الكوكب. كما أن هناك إشارات قبل اكتشافهما بما يزيد على (150) سنة، وردت في بعض المؤلفات، منها ما ألمح إليه «كبلر» (Kepler) الذي وضع قوانين حركة السيارات السماوية. حيث أشار إلى أن الدلائل الرياضية تستوجب وجود توابع للمريخ. خاصة أنه بعد اكتشاف وجود أربعة أقمار حول كوكب المشتري، وهو الذي يلي المريخ في تسلسل البعد عن الشمس، أصبح من المنطقي وجود هذين القمرين. إذ إن الحسابات الرياضية تضافرت مع الرصد الفلكي، على تأكيد أن وجود أقمار حول المريخ أمر ضروري. فالكوكب الذي يسبق المريخ في المنظومة الشمسية وهو «الزهرة» (Venus) لا توجد حوله أقمار، وتليه الأرض لها قمر واحد. لذلك يبدو منطقيا أن يكون للمريخ قمران ومن بعده المشتري له أربعة أقمار. وهذا ما يتطابق مع الحسابات الرياضية.



قمر المريخ فوبوس... صورة للسفينة «مارينر-9»

وبعد اكتشاف «هال» للقمرين، اقترحت عدة أسماء لهما. ولكنه فضل أن يطلق عليهما اسمين مقتبسين من الأساطير القديمة، المتعلقة بإلاه الحرب مارس أو «المريخ». وهما فرسيه، و «فوبوس» (Phobos) أي «الخوف» (Fear)، و «ديموس» (Deimos) أي «الرعب» (Terror).

ومن قبل إطلاق سفن «مارينر» كانت هناك افتراضات وقياسات تقريبية لقطري القمرين منسوبة إلى قمر الأرض، وإلى النيازك التي تسقط على الأرض. ولذلك قدر بعض الفلكيين هذين القطرين بأنهما 49 و 32 كيلومترا. وهذا يعني أنهما لا يزيدان على كونهما جبلين صغيرين يسبحان حول المريخ. ولكن بعد ذلك توصلت عمليات الرصد الفلكية، إلى أنهما أصغر من ذلك وفي عداد (16 و 8) كيلومترات فقط.

ولقد دفع صغر حجميهما، بعض العلماء إلى الظن بعلاقتهما «بالكوكب المفكك»، الذي يحتل موقعه بين المريخ والمشتري، والذي يطلق عليه الفلكيون اسم مجموعة «الكويكبات» (Asteroids)، لأنه يتكون من مئات الأحجار الكونية التي يفوق بعضها في حجمه، حجم قمري المريخ.

ولكن في عام 1969، وبعد إطلاق السفينة «مارينر-7» أمكن تصوير شبح القمر «فوبوس» ووراءه خلفية للمريخ، وكانت هذه أول صورة توضح أن القمر غير منتظم التكور، وأن أبعاده (18 x 22) كيلو مترا، وأنه يتميز بسطح ذي لون داكن. ووقتئذ كانت الصورة صغيرة وقاتمة بحيث لم يتيسر تبين وجود فوهات دائرية عليه.

ثم بعد إطلاق السفينة «مارينر-9»، أمكن تمييز معالم أكثر وضوحا لكلا القمرين «فوبوس، وديموس». وحتى ذلك الوقت، لم يكن كثير من الفلكيين على علم، بأن الأجرام الكونية الصغيرة، التي في مثل حجم قمري المريخ يمكن أن تكون عليها مثل هذه التفاصيل الدقيقة، والتي تتكون من عدد لانهائي من الفوهات الدائرية الصغيرة، التي تعبر عن اصطدامات قديمة بالنيازك. كما أنه توجد فوقها طبقة من التراب، كمثل تلك التي فوق قمر الأرض. أو عارية تكشف عن صخور صلبة، أو تشققات عميقة في الجسم. الأمر الذي يوضح أن كتلة هذين القمرين تتكون من صخور ربما تكون معدنية كمثل النيازك الحديدية، أو من «شظايا بركانية» (Agglomerations).

بل كانت هناك أفكار، تستند إلى رأي قديم وغريب، صاحبه العالم

السوفييتي «شكلوفسكي» (Shklovskii)، الذي كان يقول بأن «ڤوبوس» ربما يكون قمرا صناعيا أطلقه عقلاء من المريخ ليدور حول الكوكب(!). الأمر الذي دحضته صور السفينة «مارينر-9»، والتي استخدمت فيها أجهزة قياس بالأشعة تحت الحمراء. وأمكن بها قياس درجات الحرارة على سطح هذا القمر، كما أعطت تقديرا لمقدار الأتربة التي على سطحه، حيث وجد أنها تتكون من طبقة لا يزيد سمكها على بضعة ملليمترات. وفي نفس هذه الآونة، أمكن للفلكي «بن زللنر» (Ben Zellner) من جامعة أريزونا الأمريكية، أن يرصد قمر المريخ الثاني «ديموس»، ويتأكد من أن سطحه ليس صخورا عارية، ولكن تكسوه طبقات ترابية.

ولقد أظهرت صور «مارينر-9» وقياساتها أن شكل وأبعاد قمري المريخ، وأن أهم معالمهما، تظهرهما وكأنهما ثمرتا بطاطس غير منتظمتي الشكل، مليئتين بالتجاويف. وكل منهما له ثلاثة محاور، على النحو التالي :

		فوبوس	ديموس
أطول قطر (كيلو متر)	=	28	16
القطر المتوسط	=	23	12
إصغر قطر	=	20	10

ولأن الأشكال غير منتظمة تماما، فإن نسبة الخطأ في هذه القياسات تبلغ كيلومترا واحدا تقريبا. وهناك طريقة للتعبير عن حجم القمرين غير المنتظمين، هي إعطاء حجم لكرة لها نفس المساحة المسقطة لقرصيهما. فنجد أن القمر «ڤوبوس» له قطر مفترض يعادل 8 ,21 كيلو مترا، بينما القطر المماثل «لديموس» يعادل 4 ,11 كيلومترا. وهذا يعطينا تصورا، يجعل القمرين وكأنهما جبلان صغيران يطوفان حول المريخ.

وهناك لفيف من العلماء في عدة جامعات، أوضحوا للمحللين في مشروع السفينة «مارينر-9»، أن الأقمار التي تميل كتلتها إلى الاستطالة، تشير محاورها المارة بأطول قطر، نحو الكوكب الذي تدور حوله كمثل قمرنا، وهذا ما يجعل له وجها واحدا متجها باستمرار نحو الأرض. وهذا ما ثبت أيضا لعلماء مشروع «مارينر-9» بالنسبة لقمري المريخ. فكل من «ڤوبوس، وديموس»، يدير وجها واحدا نحو المريخ، باستمرار وطوال الوقت. وكل

منهما يتميز بلون داكن، يماثل طبقات البازلت، كما هو الشأن بالنسبة لأغلب النيازك. ولأنه يعلو سطحيهما كثير من الفوهات الدائرية، المفترض أنها تشكلت نتيجة تصادم النيازك بهما، فإن الافتراض المنطقي أن باطن كل منهما، لابد أن يكون متشققا. وأكبر فوهة دائرية على القمر «فوبوس»، يبلغ قطرها (8) كيلومترات، وهذا يقرب من نصف قطر القمر نفسه.

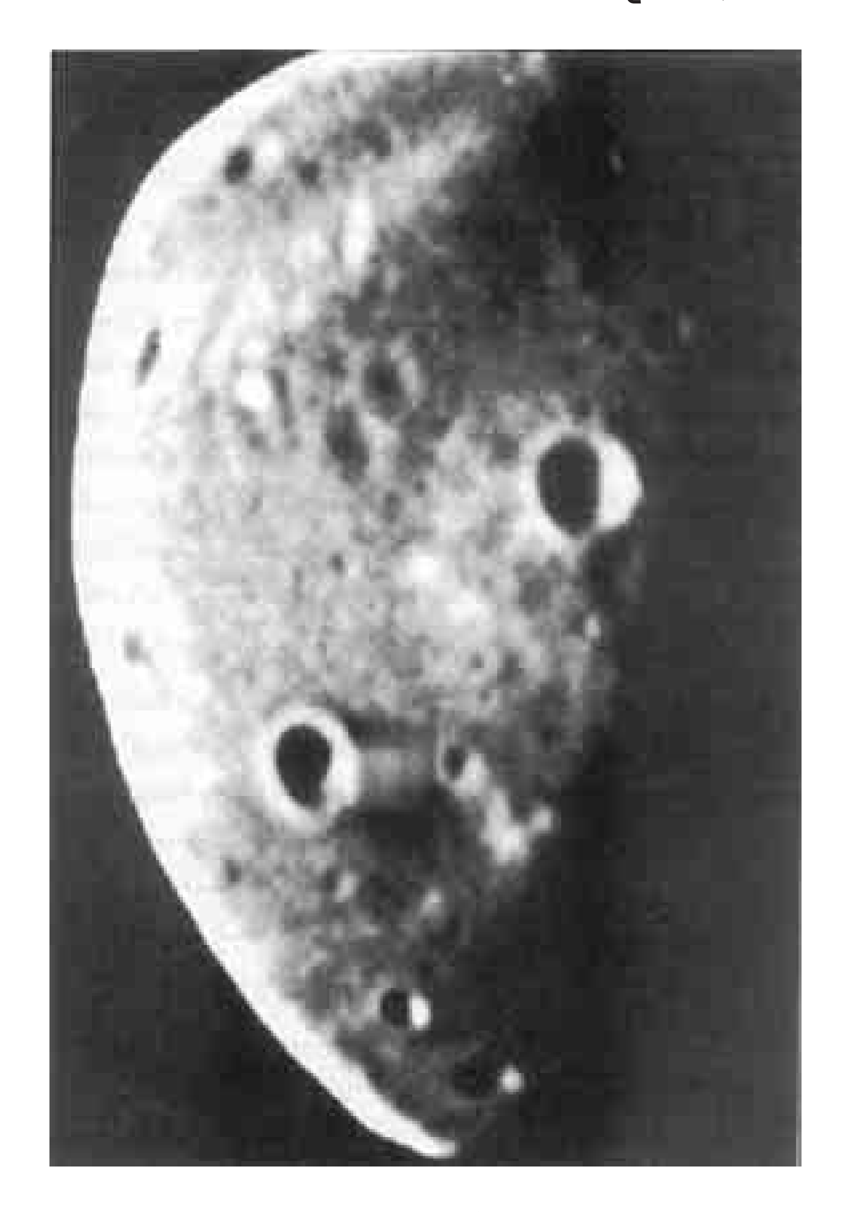
ومن البديهي أن مثل هذا القمر الصغير الحجم، لم يكن ليستطيع أن يقاوم تصادما كونيا يمكن أن يحدث مثل هذا التجويف الكبير، دون أن يتبخر الكوكب نفسه. ولقد قدر العلماء أن القوة اللازمة لكي تحدث تجويفا قطره ثمانية كيلومترات، يلزم أن تكون في حدود قوة تحدثها (100) ألف قنبلة ذرية، من نوع القنبلة التي دمرت هيروشيما. ولذلك فقد انتهى علماء مشروع «مارينر»، إلى أن المادة المشكلة لقمري المريخ، لابد أن تكون صخورا صلدة للغاية، وربما تتخللها بعض التشققات.

ولذلك مازالت الحيرة تسيطر على العلماء، عن أصل تكوين هذين القمرين الصغيرين، وهناك آراء متشعبة ومتفرقة عن ذلك. ويقوم أبسطها على أنهما «نيازك» (Asteroids)، أسرهما المريخ بالجاذبية إليه. غير أن مثل هذا الافتراض يضعفه، أنه كان لابد أن يكون للقمرين مداران غير منتظمين، كما كان لابد أن يكون هذان المداران مائلين على خط استواء المريخ. بينما الواقع أن كلا القمرين يدوران على مدارين منتظمين وعلى نفس خط استواء المريخ.

ولقد اجتهد علماء مشروع «مارينر-9» في البحث عن توابع صغيرة حول المريخ، قد توضحها صور السفينة. غير أنهم لم يوفقوا في العثور على شيء، ربما لأن الأمر يحتاج إلى عدد أكبر من الصور.

ولذلك فإن الظن الأكثر ترجيحا، هو أن كلا القمرين قد تشكلا حول المريخ، من اندماج عناصر ومركبات غازية كانت تحوم حول المريخ، شأنها في ذلك كشأن الافتراض السائد عن تشكل قمر الأرض وتوابع كواكب أخرى.

وهناك نظرية أخرى وردت في تقارير محللي مشروع «مارينر»، وهي أن القمرين «فوبوس وديموس» يمثلان شظايا متخلفة من تابع أصلي كبير، ابتعد عن المريخ بعد أن تمزق، وانفصل القمران عنه.



القمر ديموس

ولذلك فإن الحيرة التي مازالت قائمة بالنسبة لأصل قمري المريخ، ستفرض نفسها في المستقبل، خاصة على تفسير أصل تكون المنظومة الشمسية، التي يقدر العلماء أنها قد تشكلت منذ أكثر من (4,6)(*) بليون سنة، حيث لا يمكن لأي صخور أن تحتفظ بخواصها على مدى هذه المدة المفرطة الطول.

غير أن السنوات القادمة، والمشروعات التالية بعد «مارينر-9»، ستكشف عن مزيد من المعلومات التي قد تخدم أصل تكون قمري المريخ.

(*) عُدِّل هذا التقرير بعد ذلك وأصبح (14-15) بليون سنة.

٩ ثروة من المعلومات

من الواضح أن سلسلة سفن «مارينر»، قد هتكت أسرار المريخ بصورها، وخاصة السفينة الأخيرة «مارينر-9». ولقد دفع ذلك أحد العلماء إلى القول: «إن «مارينر-9» قد جعلت المريخ يشغل واحدا من أهم اهتماماتنا، على مدى المائة سنة المقبلة».

وقال آخر : «لأننا شغوفون بمعرفة ماذا على هذا الكوكب، أو لماذا نفكر في الوصول إليه، فذلك في الحقيقة لأن الإنسان جُبِلَ في طبيعته على أنه عطشان للمعرفة، ولأنه يميل دائما إلى المغامرة لمعرفة صحة ما أخبر به من قبل، لكي يتحقق منه.

سفينة فريدة

وحقيقة الأمر، أن السفينة «مارينر-9» أخذت خلال صيف عام 1972، ترسل فيضا من المعلومات عن المريخ، بالراديو إلى الأرض، على مدى عدة شهور.

وقد استمر ذلك حتى 27 أكتوبر 1972،عندما أخذت تترنح على مدارها، وتوقف إرسالها. وذلك بعد أن ظل عطاؤها متصلا على مدى (516) يوما، قضت منها (349) يوما في الدوران حول المريخ أربع مرات، وكانت كل دورة تستغرق (90) يوما.

وقد أرسلت إلى الأرض (7329) صورة لسطح المريخ وقمريه. وبلغة المعلومات، فإن هذه الصور كانت تتكون من (54) بليون (بيت) (Bits). أي ما يعادل 27 مرة، ما أرسلته سفن «مارينر» السابقة مجتمعة. وهذا يثبت مقدار نجاح هذه السفينة في نقل المعلومات الدقيقة عن المريخ. وبهذه المعلومات لم يعد المريخ ذلك الكوكب الذي تضاربت آراء العلماء من قبل، في تفسير أحواله وصوره. ولم يعد التفكير يحوم حول تصوير أنه يشبه قمر الأرض. وأصبحت هناك حقائق يمكن أن تقود العلماء إلى تفسيرات محددة عن الماء على سطحه أو تحته، وعن البراكين الموجودة في بعض مناطقه، وعن الثلوج التي تغطي قطبيه.

ولذلك اجتهد كثير من العلماء في حصر المعلومات الجديدة التي توصلوا إليها من خلال تفسير الصور، لتكون في خدمة المشروعات المقبلة عند الإعداد لغزو المريخ.

ولكن بمجرد أن أصبح لدى العلماء إجابات شافية عن الأسئلة القديمة التي كانت تؤرقهم، تصاعدت أسئلة جديدة، على ضوء ما كشفت عنه المعلومات الجديدة.

ذلك أن صور السفينة «مارينر-9»، قد وضعت أمام العلماء نتائج كثيرة، وإجابات شافية عن كثير من الأسئلة التي كانت تحيرهم. ويمكن القول بأنها مهمة لسفينة حازت كثيرا من الأولويات، التي انفردت بها، فهي:

- أول سفينة دارت دورة كاملة حول كوكب آخر غير الأرض.
- وأول سفينة صورت سطح هذا الكوكب بكامله.
- وأول سفينة نقلت تفاصيل التوابع التي تدور حول هذا الكوكب.
- وأول سفينة صورت العواصف التي تهب على هذا الكوكب، وتابعت حركتها.

المعلومات الغزيرة

ومن ثم فقد أصبح لدينا معلومات غزيرة عن كوكب المريخ هي:

- كوكب المريخ ليس تام التكور، ولكنه ثلاثي المحاور.
- المريخ له جاذبية غير منتظمة قياسا على جاذبية الأرض.
- أطول محور، وأكثر الرواسب، يصاحبهما انبعاج قدره أربعة كيلومترات

في اتجاه منطقة «ثارسيس» (Tharsis).

- تتميز منطقة «ثارسيس» بوجود حاجز من البراكين، أكبر من المماثلة لها على الأرض، ويصاحبها فيض من اللافا المتدفقة منها.

- تتشعب عدة شقوق مركزية، في قشرة المريخ، متجهة نحو منطقة «ثارسيس».

- منطقة «ثارسيس» ليست الوحيدة، بل توجد مناطق أخرى مماثلة، منها منطقة «إليسيوم» (Elysium)، التي تتميز بطوبوغرافية مقببة، وبراكين، وشقوق مركزية كذلك.

- نصف السطح الكروي المقابل لمنطقة «ثارسيس»، يتميز بوجود عدد غزير من الفوهات الدائرية، ولذلك فإن المريخ يعتبر غير منتظم، من حيث التماثل حول خط استوائه أو حول خطوط الطول.

- يوجد واد ضيق، يقع بين قنال «كوبرا (Coprates) ويمتد إلى التضاريس المشوشة في منًطقة «إيوس» (Eos).

- تظهر في المنطقة الاستوائية كثير من القنوات الصغيرة والروافد، والتي تبدو وكأنها تصب في أنهار أكبر منها.

- القنوات الصغيرة تصاحبها عادة تضاريس متباينة ومشوشة، بينما القنوات الأصغر يمكن أن تظهر معها بعض التضاريس البركانية.

- في المناطق القطبية يغلب وجود التضاريس المستوية والمسطحة.

- العلامات الداكنة والفاتحة اللون تظهر في المناطق التي تثور فيها الأتربة، نتيجة لهبوب الرياح السائدة.

- توجد على الأقل بقعة داكنة واحدة، فسرت بأنها كثبان رملية.

- تخرج من بعض الفوهات الدائرية خطوط مستقيمة على هيئة ذيول أو أشرطة، نتيجة لرسوب التراب في العواصف.

- الضغط الجوي على سطح المريخ، وجد أنه يتراوح بين (3 و 11) مللي بار حسب طوبوغرافية المكان.

- تم قياس درجات الحرارة، ونسبة الرطوبة، وكل العناصر الجوية عند كل خطوط العرض، وفي مختلف الفصول.

- التراب يتميز بوجود نسبة كبيرة من السليكون في تكوينه، الأمر الذي يوضح أن التفاعلات الجيولوجية الكيماوية كانت ذات أهمية.

- درجات الحرارة، وانحسار مساحات القلنسوات التي تغطي المناطق القطبية، تشيران إلى أن المركب السائد هو ثاني أوكسيد الكربون، مع بعض الماء.

- البقايا الدائمة بعد انحسار قلنسوات القطبين، تشير إلى أنها تتكون من ماء مختلط به ثاني أكسيد الكربون، مع بعض الرواسب الأخرى.

- السحب البيضاء التي تظهر في اتجاه الغرب، هي سحب تعلو المناطق الجبلية، وتتكون من بللور ات ثلجية.

- الضباب الذي ظهر فوق القطبين، يتكون من تكاثف ثاني أكسيد الكربون.

- ذرات التراب التي تتكون منها السحب الصفراء، تتراوح أقطارها بين (1) و (20) ميكرومترا.

- قمرا المريخ، «ڤوبوس وديموس»، تعلو سطحيهما فوهات دائرية كثيرة، ويبدو أنهما من مصدر طبيعي قديم.

افتراضات للمستقبل

بالإضافة إلى الاكتشافات الكثيرة التي أوضحتها صور «مارينر-9»، هناك افتراضات عديدة شكلت أرضية للبحوث التي تمت بعد ذلك. ولقد أتت هذه الافتراضات أو المقترحات على ألسنة عدد كبير من العلماء، في شتى التخصصات. ولقد أثبتت الأيام بعد ذلك أن بعض هذه المقترحات مرفوض، بينما تأكد بعضها الآخر، بالبحوث التي تمت فيما بعد.

وهذه الافتراضات هي:

- بقايا قلنسوات الثلج، ربما تحوي الماء المتجمد الذي قد يكون هو الذي أحدث القنوات عندما ذاب.

- كميات الماء المتجمد بصفة مستمرة، ربما تشكل عشرات أو مئات أو ربما آلاف الأمتار المكعبة في طبقات تحت سطح المريخ. وربما تذوب في بعض الأحيان وتتدفق في أنهار سريعا ما تزول بعد وقت قصير.

- كميات الماء الغزيرة، ربما تكون ذائبة فيها بعض المعادن أو المواد التي توجد على السطح.

- الثلوج بصفة مستمرة في طبقات تحت السطح، ربما يذوب بعضها

فتتفاعل مع بعض المواد، وتكون سببا في حدوث التضاريس المشوشة.

- الرواسب التي في المنطقتين القطبيتين، ربما تكون قد تشكلت نتيجة تغيرات حدثت في مدار المريخ من قبل.

- المناطق القطبية ربما تكون قد عملت كمصيدة للتراب الذي نتج عن التآكل، وتشكلت منه طبقات من الثلوج المختلطة بالتراب.

- بعض الفوهات الدائرية أو الأحواض الواسعة، ربما تكون قد عملت كمخزن للأتربة، وتشكلت منها بعد ذلك سهول بلا علامات مميزة.

- عوامل التآكل والترسيب التي على المريخ حاليا، أقل مما كانت عليه منذ مئات الملايين من السنين.

- فيما مضى كان الضغط الجوي على المريخ يتراوح بين (30 و 100) مللي بار، على مدى عصور طويلة.

- الغازات التي تصاعدت من براكين المريخ، غيرت من تكوين الغلاف الجوي المحيط به.

- العواصف الترابية التي تهب على المريخ، تحكمها الإشعاعات الشمسية، وربما تتحول إلى رياح ذات سرعات فرط-صوتية» (Hyper Sonci).

- في بعض الأحيان تتغير الإشعاعات الشمسية إلى درجة، قد تؤثر في الظروف المحيطة بالكوكب.

- العوامل التي سبق أن أثَّرت في الظروف المحيطة بكوكب الأرض في العصر الجليدي، ربما يكون سببها الرئيسي راجعا إلى الشمس، وهي نفس الأسباب التي أثرت في المريخ.

- باطن المريخ، ربما كان من الناحيتين الجيولوجية والسيزمية لا يزال فعالا، ودائم التغير.

- قمرا المريخ، يمثلان بقايا تخلفت بعد تشكل الكوكب نفسه.

- ربما تكون الطبقة الرئيسية في قمري المريخ، هي البازلت الذي به بعض الشقوق.

- التباين في المعالم الداكنة والفاتحة اللون، ربما يكون سببه اختلاف حجم الحبيبات التي تتكون منها مادتها.

- مظاهر أي حياة متقدمة على المريخ، غير واضحة، ولكن ربما تكون هناك حياة بدائية غير ظاهرة، ولا يمكن الجزم بوجودها.

- ربما تكون ظروف كوكب المريخ في العصور السابقة أكثر ملاءمة لوجود حياة عليه، من ظروفه الحالية.

كل هذه الآراء والافتراضات أو المقترحات، كانت بمنزلة بصيص ضوء اعتمدت عليه البحوث التالية، لاستكمال مسيرة استكشاف المريخ في مختلف الاتجاهات. سواء في ذلك ما يخص الجيولوجيا أو الكيمياء أو الفلك أو الطبيعة الجوية أو البيولوجيا. ولقد يسرت صور «مارينر-9» السبيل أمام العلماء، حيث إن أغلب الأبحاث يمكن إجراؤها في معامل على الأرض، اعتمادا على أن قياسات الحواسب الإليكترونية مع الصور عن سطح المريخ أو ما تحته أو في جوه، يمكن أن تكون دليلا يوضح كثيرا من الأمور. هذا بالإضافة إلى خطط المستقبل التي ستطلق مزيدا من السفن إلى هذا الكوكب، لمواصلة استكشافه، والتي سنعالج موضوعاتها في الأبواب والفصول التالية.

الباب الرابع
مشروع مارس السوفييتي

15 مشروع مارس السوفييتي

في زمن مبكر من عصر الفضاء، اهتم السوفييت بإطلاق سفن فضاء إلى الكواكب. لكن كما سبق أن أسلفنا بدأ اهتمام بكوكب «الزهرة». ولذلك توالى إطلاق سلسلة سفن تحمل اسم الكوكب نفسه «فينوس» (Venus)، بداية من فبراير عام 1961، حتى مارس عام 1972. وقد أطلق في هذه السلسلة ثماني سفن، خرجت من واحدة منها كبسولة قذفت لتغرس في سطح الكوكب. بينما هبطت من سفينة أخرى، كبسولة حملتها مظلة كانت تحمل علما عليه شعار الاتحاد السوفييتي المتمثل في المطرقة والمنجل، وكذلك صورة الزعيم الشيوعي الأول «لينين». كما غرست كبسولة من سفينة ثالثة في سطح الكوكب على بعد (300) كيلو متر من سابقتها، وظلت أجهزتها ترسل المعلومات مدة تقرب من ساعة. وقد خلص السوفييتمن المعلومات التي سجلت عن هذا الكوكب اللامع، إلى أن درجة حرارة غلافه الجوي عالية للغاية، وأن كثافة جوه، أكبر من كثافة جو الأرض (60) مرة.

ويبدو أن هذه المعلومات، كانت كافيه لجعل العلماء السوفييت ينصرفون عن كوكب الزهرة، ويوجهون اهتمامهم إلى إجراء تجارب على طيران

السفن في الفضاء الواقع بين الكواكب. وكان الاعتماد في ذلك على سلسلة سفن «زوند» (Zond)، التي أطلق منها سبع سفن بين أوائل عام 1964 حتى أغسطس 1969. وكانت السفينة الثانية «زوند-2»، قد صممت لتلحق بين الزرض وكوكب المريخ، في 30 نوفمبر 1964، لتجربة نوع خاص من المحركات الدافعة هي محركات «البلازما». لكن وحدات توليد القوى على السفينة لم تنجح في جعل الاتصال مستمراً مع الأرض، وتوقفت السفينة عن الأداء في مارس 1965.

الاهتمام السوفييتي بالقمر

ثم انصرف اهتمام علماء السوفييت بعد ذلك إلى إطلاق رتل من الأقمار الصناعية التي تركز على دراسة سطح القمر، وكانت تحمل اسم «لونيك» (Lunik)(*) وذلك بدءا من يناير حتى أكتوبر 1959. ثم تحولوا إلى إطلاق سفن فضاء تحمل اسم «لونا» (Luna) نحو القمر أيضا.

وكان طبيعيا أن يكون التركيز على دراسة القمر في هذه الفترة التي بدأت من أبريل عام 1963، لتحقيق التنافس مع الولايات المتحدة الأمريكية في استهدافها بلوغ القمر وانزال رواد فضاء عليه، فى مشروع «أبوللو». وقد ظلت سفن «لونا» السوفييتية، تتوالى حول القمر حتى «لونا-21» التي أطلقت في يناير 1973.

ووقتئذ كان قد تحقق بالفعل هبوط رائدين أمريكيين على القمر في 20 يوليو 1969، في رحلة «أبوللو-11» التاريخية، وتوالت رحلات أبوللو الأمريكية القمرية حتى أواخر عام 1972 برحلة «أبوللو-17».

مجسات مارس

ولكن بعدما وجه الأمريكيون اهتمامهم نحو كوكب المريخ، وبدأت سفن «مارينر» تتوالى في التوجه إليه-كما أوضحنا من قبل في الباب الثالث-لم يترك السوفييت حلبة التنافس خاوية. وفي غمار التقاط الصور لمعالم المريخ بأجهزة مستحدثة، وجمع معلومات جديدة عن جوه بالإنجازات الباهرة

(*) لونيك: باللغة الروسية تعني تصغير «لونا» أي تصغير (قمر).

التي حققتها السفينة «مارينو- 9»، فوجئ الأمريكيون بسفن فضاء سوفييتية تزاحمهم في نفس المهمة.

ولقد بدأت هذه المباغتة في مايو 1971 بإطلاق سفينتين تحملان اسم الكوكب نفسه (Mars) وهما «مارس-2 »، «مارس-3»(*1). وكان ذلك على وجه التحديد في 19 و 29 مايو. وكان وزن كل منهما (4650) كيلو جراما.

ولعل السبب في تركيز المراجع الأمريكية، على توضيح هذا الوزن، هو إبراز أنه كان يعادل وزن السفينة الأمريكية «مارينر- 9»، ثماني مرات، الأمر الذي يوضح أن الإنجازات الباهرة التي حققتها السفينة الأمريكية، تحاول أن تلحق بها صناعة سوفييتية غير ناضجة. وكانت كل سفينة سوفييتية تتكون من جزءين رئيسيين، الأولى «الحوامة» (Orbiter) التي تضم أجهزة السفينة ومحركاتها. أما الجزء الثاني فهو

العبوة «الهابطة»، التي عرف أنها حمولة معقمة ضد الجراثيم، يمكن أن تنفصل عن السفينة للهبوط عبر الغلاف الجوي للمريخ. وعندما بدأ هذا الجزء في اختراق أجواء المريخ، انفض عنه درع معدني واق من الحرارة، وبدأت مظلة (براشوت) تحمل كبسولة نصف كروية في التهاوي نحو سطح الكوكب حتى علو 20-30 مترا فوقه. ثم عملت عبوة صاروخية كابحة (فرملة) على توجيه الكبسولة لكي تحط برفق على السطح.

وكانت الأجهزة العلمية الأساسية التي يحويها الجزء الأول، تتكون من أجهزة «للاستشعار من بعد» (Remote Sensing) للتعرف على طبيعة مكونات سطح الكوكب.

السفينة «مارس- 2»

ولقد اتخذت السفينة الأولى «مارس-2» مدارا حول المريخ، بدءا من 27 نوفمبر 1971. وكانت خواص هذا المدار على النحو التالي:

مدة الدوران	: 18 ساعة
زاوية الميل على خط استواء الكوكب	: 9 ,48ْ
أقل ارتفاع للمدار	: 1380 كيلومترا

(*1) تسمي بعض المراجع الأمريكية هاتين السفينتين باسم مجسات (Probes).

أقصى ارتفاع للمدار: 24900 كيلومتر

وقد أسقطت السفينة كبسولتها، التي يعتقد أنها حطت على مسافة (500) كيلومتر جنوب غرب المنطقة المعروفة باسم «هيلاس» (Hellas)

السفينة «مارس - 3»

وصلت السفينة الثانية «مارس-3»، بعد ذلك بخمسة أيام، واتخذت مدارا حول المريخ كانت خواصه كالتالي:

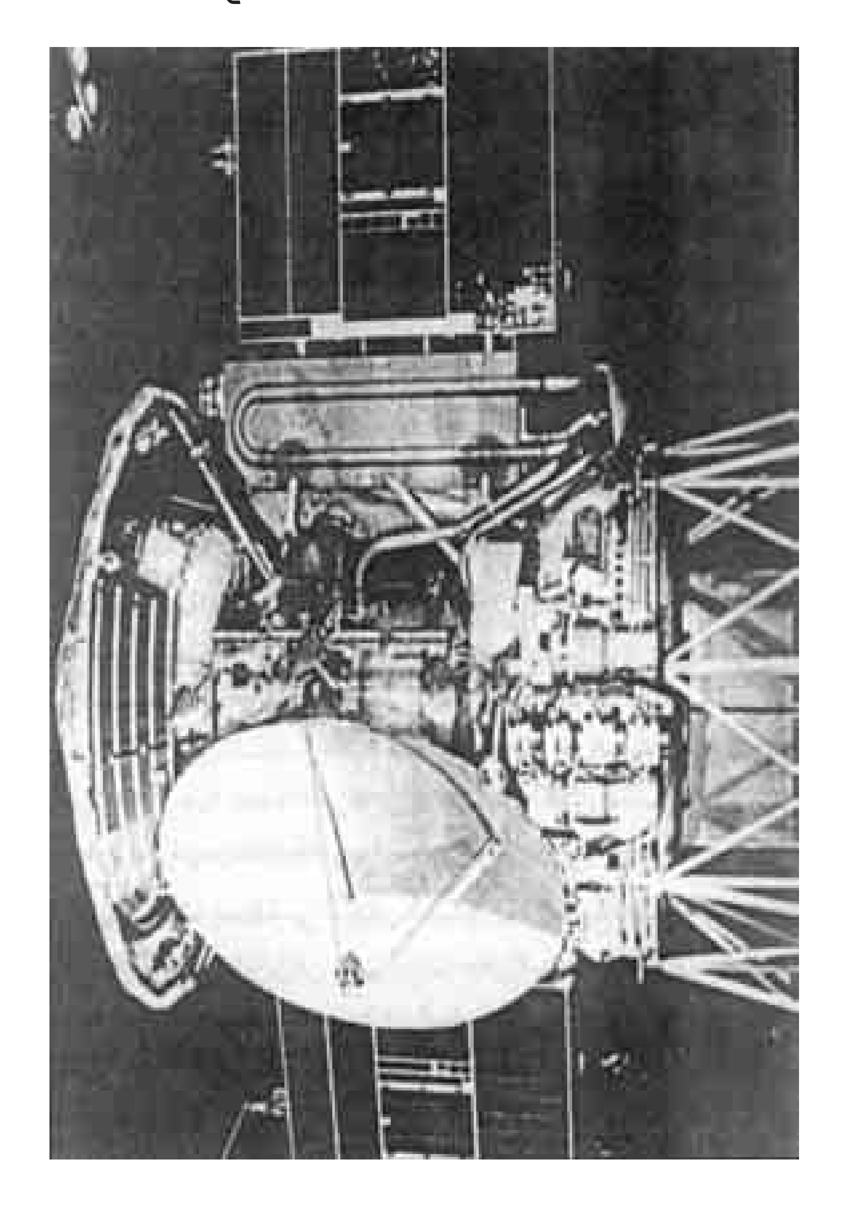
مدة الدوران	: 12 يوما و 16 ساعة
زاوية الميل على خط استواء الكواكب	: 60ْ درجة
أقل ارتفاع للمدار	: 1530 كيلومترا
أقصى ارتفاع للمدار	: 190 ألف كيلومتر

وكان المفترض بعد انفصال المركبة الهابطة عن السفينة بمدة لا تزيد على دقيقة ونصف، أن تبدأ أجهزتها في إذاعة صور تليفزيونية لسطح المريخ، لتلتقطها أجهزة السفينة وتعيد إرسالها إلى محطات المتابعة الأرضية. توقفت الأجهزة فجأة. وأرجح التفسيرات لأسباب هذا الفشل، هو أن عاصفة ترابية قد جعلت مظلة الهبوط، تنثني على مركبة الهبوط كلها. أو أن المركبة كلها قد تحطمت نتيجة تلاعب الرياح المريخية بها، أو تصادم العواصف الترابية معها. وانتهى أمر السفينة «مارس-3»، بسقوط جزئها الهابط، في منطقة تقرب من حواف القلنسوة الثلجية للقطب الجنوبي للكوكب.

وقد صرح العلماء السوفييت فيما بعد، بأن تصميم السفينتين «مارس 2 و 3»، لم يكن يحوي أجهزة كثيرة للتصوير، على غرار ما كانت عليه السفينة الأمريكية «مارينر-9» عن عمد. حيث أوليت عناية خاصة لوضع أجهزة قياس للأشعة تحت الحمراء وفوق البنفسجية وأجهزة أخرى لقياسات مغناطيسية، وأجهزة اتصالات متناهية القصر.

ومن عجب أن الاتحاد السوفييتي بعد حوالي سنتين ونصف عاود إطلاق أربعة «مجسات» في سلسلة «مارس»، كان نصيبها جميعا الفشل[1]. ففي 15 فبراير 1974 أطلق «ماوس-4» وفشل صاروخ كبح السرعة عند اقترابه من الكوكب. وبعد أيام من نفس الشهر أطلقت «مارس-5»، فأخفقت في نقل

(1) Robert M. Powers: Planetary Encounters-1975.



السفينة «مارس-3» السوفييتية

أي معلومات بعد أن دخلت المدار المقرر حول الكوكب. وفي مارس من نفس العام، مرت السفينة التالية «مارس-6» في جو المريخ لكن المجس الذي انفصل عنها تحطم. وفي نفس الشهر فشل مجس السفينة «مارس-7» في بلوغ الكوكب وتجاوزه آبقا في الفضاء. فتوقف برنامج مارس السوفييتي. وانتهت هذه الحلقة من حلقات التسابق نحوالمريخ، بفشل نسبي من جانب السوفييت. ولكن في نفس الوقت حقق السوفييت قدرا من التجديد، باتخاذ أسلوب «المجسات» عن السفينة، لتهبط برفق وتحط فوق سطح الكوكب. وهو أسلوب لم يكن العلماء الأمريكيون قد اتبعوه في سفينتهم حتى ذلك الحين.

الباب الخامس
مشروع فايكنج الأمريكي

11 مشروع فايكنج الأمريكي

بعد أن حققت سفن «مارينر» الآمال التي كانت معقودة عليها.

خطط العلماء الأمريكيون في وكالة «ناسا» لخطوة جسورة، هي إرسال سفينة فضاء لتحليل تربة المريخ. وأطلق على المشروع اسم «فايكنج» (Viking) تشبها بالقراصنة الإسكندينافيين الذين حققوا كثيرا من الاكتشافات البحرية في القرون الوسطى.

ولذلك شبهوا سفن «فايكنج» بأنها بمنزلة «حوض المطبخ» (Kitchen Sink)، لأن مهمتها الأساسية كانت تتمثل قي الهبوط برفق فوق سطح الكوكب، ثم خروج ذراع من السفينة يستطيع أن يحفر في تربة المريخ، ويلتقط بعضا من نواتج الحفر بين فكي مخلب ينتهي به الذراع، ثم يودع هذه العينة المريخية في داخل معمل كيماوي، فوق متن السفينة نفسها، ليقوم بتحليلها وإرسال نتائج هذا التحليل إلى الأرض.

ولأن العملية ليست من البساطة، بحيث يمكن التعبير عنها في بضعة سطور، فإن الدخول إلى التفاصيل، يمكن أن يوضح لنا مقدار الصعاب التي تغلب عليها العلماء لتحقيق هذا الهدف.

الأهداف العلمية لمشروع فايكنج

كان الهدف الرئيسي لمشروع «فايكنج»، هو اكتساب مزيد من المعلومات عن كوكب المريخ، بقياسات مباشرة في جوه، وعلى سطحه(*). وفي سبيل ذلك قام الجزء الأول من السفينة وهو «المحلق» أو «الحوامة» (Orbiter) بالدوران حول الكوكب، لجمع فيض من المعلومات بقياسات علمية دقيقة. في نفس الوقت الذي كان فيه الجزء «الهابط» (Lander) من السفينة، يقوم بقياسات أخرى على السطح، بعد أن هبط عليه برفق.

وقد صممت أجهزة كل من الجزئين «المحلق، والهابط»، للبحث عن المظاهر البيولوجية والكيميائية والبيئية، التي يمكن أن تكون وثيقة الصلة، بوجود أي لون من ألوان الحياة على المريخ.

وقد قسمت أجهزة «فايكنج» العلمية قبل الإطلاق إلى أربع مجموعات، لتحقق نجاح مهام السفينة، فيما يخص:

- سلامة دوران الجزء المحلق من السفينة أو «الحوامة» (Orbiter).
- النجاح في دخول جو الكوكب.
- رسوجزء من السفينة «الهابط» (Lander) على سطح الكوكب.
- نجاح أجهزة الاتصال في نقل المعلومات إلى الأرض.

وقد ضم جزء «الهبوط» أهم أجهزة السفينة وتمثل ذلك في معمل مصغر يعمل تلقائيا. بينما التجارب الخاصة بدخول السفينة في جو الكوكب، أداء الأجهزة التي كانت بجزء الهبوط، لوقايته أثناء الدخول في هذا الجو بسرعات عالية. ولتحقق في نفس الوقت، تحليل خواص جو المريخ وتكوينه في كل طبقاته.. يعد انفصال جزء الرسو، فإن الجزء «المحلق» من السفينة كان عليه أن يلعب دوره في الربط بينهما، مع القيام بتجارب أخرى مستقلة.

ولذلك فقد احتوت السفينة على عدد كبير من الأجهزة العلمية المعقدة هي[1]:

- آلتا تصوير تليفزيونيتان.
- جهاز تحليل الطيف بالأشعة تحت الحمراء، لتعقب نسب الماء في

(*) انظر مقال «أطول رحلة في التاريخ» في مجلة «أخبار اليوم» القاهرية بتاريخ 16 يوليو 1976؛ بقلم المؤلف.

(1) William Corliss: The Viking Mission to Mars: NASA, 1974, P18

جو الكوكب.

- جهاز لقياس شدة الأشعة تحت الحمراء للتعرف على درجات حرارة السطح.
- جهاز تحليل لقياس شدة وجود الأيونات والإلكترونات في جو الكوكب.
- جهاز تحليل طيفي لاكتشاف وجود الغازات المتعادلة.
- مستشعرات لقياس تغيرات الضغط والحرارة.
- أجهزة اكتشاف عمليات التمثيل البروتوبلازمي، والتكاثر البيولوجي.
- جهاز لتحليل جزيئات الغازات.
- جهازلتحليل طيف الكتل.
- جهاز تصوير بالأشعة السينية.
- أجهزة تسجيل العناصر الجوية (الضغط والحرارة وسرعات واتجاهات الرياح).

إجهزة تسجيل الاهتزازات السيزمية.

- أجهزة قياس المجالات المغناطيسية.
- أجهزة اتصالات لاسلكية.

رحلة فايكنج إلى المريخ

كانت التصورات حول رحلة «فايكنج» إلى المريخ قد تبلورت في عام 1968، ولكن تنفيذ الفكرة، تحقق بعد ذلك بسبع سنوات، بإطلاق سفينتين متماثلتين هما «فايكنج-1 و 2»، وقد أطلقت السفينتان في أواخر صيف عام 1975، ليحققا الهبوط فوق مكانين على سطح الكوكب تم اختيارهما بدقة، من الصور التي التقطتها «مارينر-9». وكان مفترضا أن تصميم السفينتين يسمح ببقائهما في أداء مهامهما على مدى، 90 يوما، أو ما يقرب من هذه المدة.

وكان محددا أن تهبط السفينة الأولى على سطح المريخ في 4 يوليو 1976، في مناسبة العيد المائتين لاستقلال الولايات المتحدة الأمريكية. ولكن لاكتشاف عدم ملاءمة المكان الذي سبق اختياره لهبوطها، فقد تأجل هذا الميعاد إلى 20 يوليو 1976. وكان هذا التاريخ أيضا يوافق العيد السابع لهبوط أول إنسان أمريكي على سطح القمر.

ووجه الغرابة أن السفينتين ظلتا ترسلان المعلومات إلى الأرض، لمدد زادت على ما كان مقدرا بعدة شهور[2].

وقد تم وصول كل من السفينتين إلى المريخ، على مراحل متسلسلة. بدأت بدفعها بواسطة صاروخ ذي مرحلتين، ثم بعد ذلك مرحلة انفصال جزء السفينة (الحوامة أو المحلق«، عن جزء «الهبوط». ثم دخول الجزء الثاني من السفينة إلى سطح الكوكب ليرسو عليه برفق فوق منطقة محددة. ولقد تحقق الرسو وفق برنامج حدده حاسب إليكتروني كان فوق متق السفينة نفسها، حيث كان من الصعوبة بمكان التحكم في مرحلة الرسو من المحطات الأرضية. وكانت قد أجريت عدة تجارب على هذه العملية، على مدى سبع سنوات بواسطة (مخ آلي «روبوت» (Robot Brain).

ولقد هبطت السفينة الأولى «فايكنج-1» في 20 يوليو 1976 كما أسلفنا، فوق منطقة منبسطة عند خط عرض 46 ,22َ درجة شمالا، وخط طول 01 ,48ً شرقا، تعرف باسم «سهل كرايز» (Chryse Platinia). وهبطت السفينة الثانية «فايكنج-2» في 3 سبتمبر 1976 فوق منطقة أخرى، خط عرضها 96 ,47ً شمالا، وخط طولها 77 ,225 غربا، على بعد قليل من منطقة تعرف باسم «سهل يوتوبيا» (Utopia Planitia)

وبعد هبوط السفينة الأولى بمدة لم تزد على (25) ثانية، بدأت أجهزة التصوير في الأداء، بدرجة تحليل عالية، وبميل قدره (60ْ)، فسمح ذلك بتصوير الأماكن التي غرست فيها أرجل السفينة نفسها في التربة المريخية. بالإضافة إلى تصوير بانوراما عريضة اتساعها (300ْ) درجة لمعالم سطح المريخ. الأمر الذى وضع أمام العلماء صورا واضحة عن معالم هذا الكوكب، تفوق في وضوحها ما نقلته سفن «مارينر» عدة مرات-وكما فعلت السفينة الأولى حذت الثانية حذوها.

المعلومات الفنية للرحلة

طوال رحلة فايكنج سواء في أثناء الاقتراب من الكوكب، أو بعد الهبوط عليه، كانت أجهزة الاتصال اللاسلكية، تربط بين السفينتين، وشبكة فضائية خاصة (Deep Space Network-D.S.N.) لنقل المعلومات. وتتمثل هذه الشبكة

(2) Mich`el Carr & Nancy: Images of Mars, NASA, 1980.



ذراع فايكنج تحفر سطح المريخ



صور السفينة «فايكنج-١» لسطح المريخ

في أربع محطات ذات هوائيات طبقية أقطارها 26 و 64 مترا. وقد أقيمت هذه المحطات في «جولدستون»، بغرب أمريكا، وفي «مدريد»، ومدينة «تيد بينبلا» في أستراليا، و «جوهانسبرج» في جنوب أفريقيا. بينما تم الإطلاق من قاعدة كيب كيندي بواسطة صواريخ «نيتان-سنتور».

كان وزن الحوامة (2324) (Orbiter) كيلو جراما، بينما كانت وحدة «الهابط» (Lander) داخل قوقعة لحمايتها، كفراشة داخل شرنقة. وكانت كل أجزائها في حالة انطواء، ثم انفردت أرجلها الثلاثة بعد قذفها للهبوط. ثم انفردت باقي الأجزاء وهي الذراع، والهوائي، وأجهزة قياس العناصر الجوية، بعد الهبوط على الكوكب. وكان على متن كل سفينة حاسب إليكتروني يمثل أعمالل «المخ» في التحكم في عملية الهبوط الدقيقة على سطح الكوكب، يطلق عليه اسم «حاسب التوجيه والتحكم والمتابعة» (G.C.S.C-Guidance Control And Sequencing Computer)

وهو أحد الابتكارات المهمة التي أنجزت لنجاح مهام فايكنج[3].

التحليل الكيميائي

لعله من اللازم توضيح وسيلة التحليل الكيميائى التلقائية، التي تمت فى المعمل الصغير، الذي حملته سفن فايكنج، ذلك أنها إحدى الأفكار الذكية التي استحدثها العلماء المشرفون على المشروع. فقذ كان أمامهم ثلاثة متطلبات تستدعي التحليل الكيميائي فوق المريخ. أولها عينات من جوه، وعينات أخرى من تربته لاكتشاف وجود المركبات العضوية، وعينات ثالثة للمركبات غير العضوية.

والهدف من ذلك كله هو الوصول إلى أي دلائل تشير إلى وجود لون من الحياة على الكوكب، سواء في الماضي، أو الحاضر، أو حتى تبشر بوجودها في المستقبل. وأيضا لمعرفة أى تغيرات جيولوجية تكون قد حدثت على سطحه. لأنه من المعروف أن التحولات الكيميائية، تسبق التحولات البيولوجية. ولأنه مق المفترض أنه إذا فشلت الأجهزة في اكتشاف وجود أي آثار للحياة في العينات التي، يظل هناك احتمال باحتفاظ جو الكوكب أو

(3) المرجع السايق

تربته، بدلائل أو استجابات لحياة حدثت في الماضي، أو من المتوقع حدوثها في المستقبل.

لذلك كان الاعتماد الأساسي يقوم على «القياس الطيفي» لكتل العينات (Mass Spectrometer) التي تؤخذ من جو الكوكب. حيث يسمح لجزيئاتها عند الدخول لهذا الجهاز بالتأين (Ionized)، ثم تفصل حسب كتلة كل منها بوسائل كهرومغناطيسية.

أما العينات التي تخذ من تربة الكوكب, فمن اللازم تحويلها أولا إلى أبخرة, بعد تسخينها في فرن يقوم بهذا التحويل. وبذلك يحدث أيضا التحليل الحراري لأي مركبات عضوية قد تكون عالقة بهذه العينات. ثم تدخل النواتج الغازية في عمود «للتحليل اللوني» أو الكروماتوغرافي (Chromatographic) الذي يقوم بفصلها عن بعض. وذلك اعتمادا على أن الغازات العضوية، تتحرك بسرعات تختلف عن سرعات المواد الأخرى. لذلك فإنها توجه إلى جهاز القياس الطيفي للكتل للتمييز بينها. ومن الواضح أن تحليل عينات جو الكوكب، يجب أن تسبق تحليل عينات التربة، حتى لا تلوث الغازات العضوية جهاز القياس الطيفي.

وبالطبع فإنه من اللازم مرور العينات الجوية أولا على مرشحات (Filters), لتقوم بفصل غازي، أول ثاني أوكسيد الكربون، فتتخلص العينات من 90٪ من مكوناتها قبل المرور على التحليل الطيفي. وذلك للتركيز على المكونات الاكثر أهمية مثل غازات الأوكسيجين, والنيتروجين، والأرجون والكربتون (Crypton).

أما عند تحليل عينات تربة المريخ, فقد توخى المصممون أن يختلف جهاز التحليل الطيفي الموجود على «الهابط» (Lander)، عن ذلك الذي يستخدم لتحليل العينات الجوية، لكي يتعامل مع عينات ذات أوزان ذرية عالية بين (12 و 200).

وكانت العملية تتم على خطوات متتالية تبدأ باقتباس عينة يقرب وزنها من (100) مللي جرام بواسطة «الجاروف»، الذي ينتهي به الذراع التلسكوبي للهابط. ثم توضع في أحد الأفران الصغيرة على متن السفينة بواسطة «ماسك» يتحكم فيه محرك كهربائي. ثم ترفع درجة حرارة الفرن كهربائياً حتى درجة حرارة (200) مئوية.

فإذا كانت عينة التربة غنية بالمواد العضوية، تتصاعد منها غازات كثرة. أما إذا كانت فقيرة بالمواد العضوية فإن الغازات تكون قليلة، وعندئذ يمكن رفع درجة حرارة الفرن حتى (350) درجة مئوية، أو إلى (500) درجة مئوية إذا لزم الأمر.

ولقد قامت كلتا السفينتين بإجراء تحليلين مختلفين، أولهما لتحليل العينات التي تجرف من إماكن الهبوط، وثانيهما تحليل العناصر والمواد غير العضوية. وتكرر ذلك ثلاث مرات في عينات أخذت من التربة.

الجديد عن جو المريخ

ولقد سجلت كلتا السفينتين أن المريخ حوله جو بارد، درجة الحرارة فيه عند الفجر (-85ْ مئوية)، ترتفع وقت الظهيرة إلى (-29ْم).

كما سجلت أجهزتها أن الرياح أقل سرعة مما كان متوقعا، حيث لم تزد على (53) كيلومترا في الساعة، بينما كان متوقع أن تكون أكثر من (161) كيلومترا في الساعة.

وسجلت السفينتان أيضا، أن 95٪ من جو المريخ يتكون من ثاني أوكسيد الكربون، 2٪ نيتروجين، بالإضافة إلى عنصر مجهول أطلق عليه بعضهم اسما غريبا هو «زيلش» (Zilch)، وقال بعضهم متحفظا إنه «الأوكسيجين».

بينما كانت الدلائل تشير إلى أن نسبة وجود الأوكسيجين لا تزيد على (0,15)٪. وكانت هناك آثار من بخار الماء، لو تجمعت في مكان واحد، وسيلت، لتكون منها قدر من الماء يشكل بحيرة ضحلة العمق.

البحث عن الحياة في تربة المريخ

لقد أوضحت هذه الأجهزة أن تربة لمريخ، يتكون أغلبها من السليكات، أي تركيبات من السليكون والأوكسيجين المختلط ببعض المعادن، وبنسب تشابه التركيبات الموجودة على الأرض. وقد أظهرت بعض القياسات أن هناك فروقا بينهما، تتمثل في أن المريخ أغنى من الأرض بعنصري الكبريت والحديد، وأفقر منها في عناصر الألومنيوم والبوتاسيوم والصوديوم.

وإن السبب الرئيسي في ظهور سطح المريخ لأهل الأرض، مشوبا باللون الأحمر، هو وجود تركيبات الحديد فوق قشرة سطحه الخارجي، الأمر

الذي عبر عنه بعض العلماء، بأن المريخ كوكب يكسوه الصدأ!

ولقد صممت تجارب «فايكنج» للبحث عن الحياة على الكوكب الأحمر، بطريقة شاملة، حيث قامت «مجارف» (Scoops) انغرست في تربة المريخ باختبار وجود أي «أحياء مجهرية دقيقة» (Microorganisms). ولقد أجريت ثلاث تجارب مختلفة للبحث عن الحياة بوسائل كيميائية معقدة، غير أن كاميرات السفينة لم تصور أي تكوينات تعبر غن وجود مدن أو طرق أو قنوات محفورة سواء صناعيا، أو بفعل الطبيعة، أو حتى وجود أي حيوانات!! برغم أن الكاميرات لم تكن مصممة أساسا «لرؤية» أي أجسام متحركة.

ولقد أسفرت التجارب عن التثبت من عدم وجود أي مركبات عضوية. والتعليل المنطقي لهذا، هو أن ارتفاع شدة الإشعاعات الشمسية، وخاصة الأشعة فوق البنفسجية، نتيجة لضالة سمك الغلاف الجوي للكوكب، تدمر أي مركبات عضوية، أو ربما تجعلها تعيش تحت الصخور.

ولذلك قامت ذراع السفينة، بقلب إحدى صخور المريخ، واختبرت التربة تحتها، فتبين عدم وجود مركبات عضوية فيها.

غير أن واحدة من التجارب الثلاث التي أجريت، أوضحت أن هناك دلائل على وجود حياة في التربة، كما أشارت تجربة أخرى إلى ما يمكن اعتباره سلوكا يمكن أن يؤدي إلى نشأة حياة في التربة. بينما أسفرت التجربة الثالثة عن عدم وجود أي مركبات عضوية. وأصبح من الصعب الحكم على هذه النتائج المتضاربة. الأمر الذي جعل العلماء يتأكدون من أنه لا يوجد حل، بإرسال رحلات مأهولة بالبشر، لحسم هذا الأمر الغامض.

لكن المؤكد أن المريخ له «بيولوجيا» خاصة، أو أن تربته لها تركيب كيميائي خاص، يعطي دلالات خاطئة توحي بوجود حياة داخل هذه التربة.

وبينما كان هذا يتم على سطح الكوكب، كانت «الحوامة» تحلق عالية فوقه، لتصور هذا السطح بدرجة تحليل (Degree of Resolution) كبيرة. متضمنة في ذلك تصوير قمري الكوكب، بوضوح أكثر مما كان معروفا من قبل.

ولقد بقيت السفينتان عاملتين حتى خلال فترة اقتران الكوكب والشمس، والتي ينقطع فيها الاتصال بالأرض.

وخلال عام 1977 قامت كلتا السفينتين بأجزائهما التي ظلت على السطح

وفوقه، بتكرار التجارب التي أجريت من قبل، وتسجيل النتائج.

ولكن خلال عام 1978 كانت إحدى الحوامتين قد بدأت تضطرب عن مسارها المحدد، وبدأت الكاميرا على جزء السفينة رقم (2) الموجود على سطح الكوكب تسجل شروداً. الأمر الذي جعل العلماء يشككون في تقدير المدة التي يمكن فيها الإعتماد على معطيات السفينة. ولذلك عمدوا إلى تشغيل أجهزة «هابط» السفينة رقم (1)، على وضع التشغيل الذاتي (Automatic)، لتبقى عاملة مدة ستة شهور دون ما تدخل من الأرض. لكي ترسل معلومات عن الطقس، ولتصور السحب والغيوم.

وبذلك ظلت السفينتان تؤديان مهامهما، مدة تقرب من سنتين، رغم أن أجهزتهما صممت أساسا لتعمل مدة 90 يوما فقط.

تقويم النتائج

يمكن القول إن تجارب سفينتي «فايكنج» لم تؤكد حياة على المريخ، كما أنها أيضا لم تنف وجودها، غير أن بعض العلماء، صرحوا بأن هناك دلائل غير صريحة تحفز على احترام نتائج تجارب «فاينج»، للبحث عن الحياة، مع عدم التجرؤ على القول بأنها قد وصلت فعلا إلى وجود هذه الحياة، الأمر الذي جعل استكشاف المريخ، غير مكتمل الجوانب.

وهناك رأي أفصح عنه العالم «جنتري لي» (Gentry Lee) وقتئذ، بقوله إن هابطي سفينتي «فايكنج»، ربما يظلان على سطح المريخ، حتى تتاح الفرصة لرواد من البشر يهبطون فوقه في المستقبل، فينظرون إليهما وكأنهما من الآثار القديمة. ووقتئذ يمكن أن يقول بعضهم لماذا لم تعد هذه الأجهزة إلى الأرض؟

إن الآمال المعقودة على حسم الشكوك عن الحياة على المريخ، تتمثل في الحصول على عينات من صخوره أو أتربته، وإخضاعها للتحليل على الأرض. ولا بد من اتخاذ الحيطة لتحليل هذه العينات فوق معامل معزولة عن جو الأرض، لتكون بمنزلة محجر صحي «كرانتينا» (Quarntine) يمنع العينات من التلوث بجو الأرض أو العكس.

الباب السادس

مشروع فوبوس السوفييتي

12 مشروع فوبوس السوفييتي

يبدو أن نتائج مشروع سفن «فايكنج» الأمريكية لم تكن ناجحة بالقدر الذي كان يأمله العلماء، بالنسبة لاكتشاف دلائل للحياة على المريخ.

ولذلك انصرف العلماء الأمريكيون بعد عام 1978 إلى استكشاف كواكب أخرى، وستكمال إطلاق سلسلة سفن «بايونير» (Pioneer) التي كانت قد بدأت في عام 1972.

لذلك أطلقت السفينة «بايونير-11» لتدور حول كوكب زحل في سبتمبر عام 1979. كما واصلوا إطلاق سلسلة سفن «فوايجير» (Voyager) التي كانت قد بدأت في عام 1977، لاستكشاف كواكب المشتري، وزحل، وأورانوس، ونبتون.

ولقد ظل كوكب المريخ بعيداً عن الإهتمامات الأمريكية لمدة تقرب من عشر سنوات، بعدما تيقن علمائه أنه لا بد من خطة جديدة للنزول عليه، فأجلوا موعدها إلى أواخر التسعينات، لإحكام الإعداد لها.

هذا، بينما كان العلماء السوفييت على الطرف الآخر، يعملون في صمت وتعتيم إعلامي، في الإعداد لاستكشاف المريخ، بأجهزة أكثر تنوعاً وأكثر تقدماً، من تلك التي استخدمها الأمريكيون في

سفينتي فايكنج. ولم يكن هذا غريباً، لأن المريخ، كان يمثل الإهتمام الأول في الإستراتيجية الفضائية السوفيتية. وعلى غير العادة، أعلن السوفييت في عام 1986 عن قرب إطلاق سفينتين لاستكشاف أكبر توابع المريخ المسمى «فوبوس» (Phobos)[1]. وحددوا موعداً لبدء الإطلاق، أوائل النصف الثاني من عام 1988، وأعطوا للسفينتين نفس إسم هذا القمر.

وكان معرض باريس الدولي للطيران والفضاء، الذي انعقد في عام 1987، مسرحا دوليا مناسبا لعرض نماذج لسفن «فوبوس»، على سبيل المباهاة بما وصلوا إليه من تقدم يفوق ما وصل إليه الأمريكيون. ولعل ذلك كان مرجعه أن هذا المشروع، قد تم بتعاون مع علماء عشر دول أوروبية، هي فرنسا وألمانيا الغربية والسويد وفنلندا وسويسرا وتشيكوسلوفاكيا وبولندا وألمانيا الشرقية وبلغاريا والنمسا، بالإضافة إلى وكالة الفضاد الأوروبية إيسا (ESSA).

الإطلاق

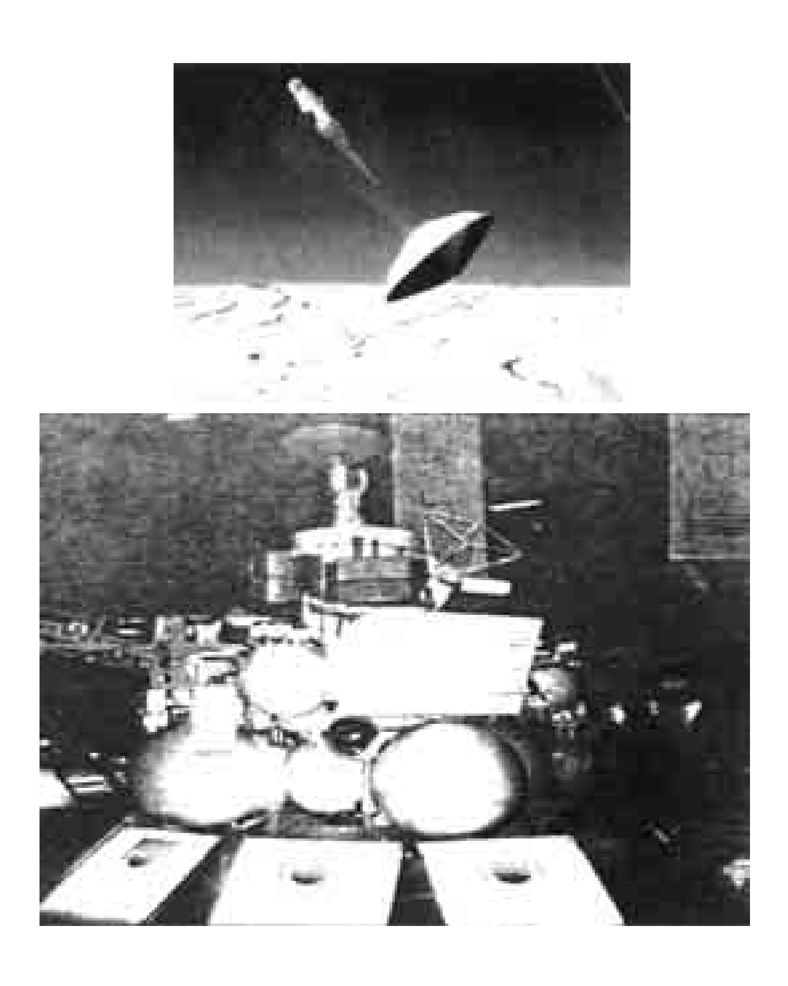
ولقد تحدد لإطلاق السفينتين موعدان متقاربان، هما 7و12 يوليو 1988. ذلك أنه في هذا الوقت يكون كوكب المريخ وتابعاه الصغيران «فوبوس وديموس» (Phobos & Deimos) أقرب ما يمكن من الأرض، على بعد يقرب من 56 مليون كيلومتر.

وكان التقدير أن السفينتين «فوبوس1و2» ستقطعان في الفضاء رحلة مدتها (200) يوم، ليبلغا القمر الأكبر للمريخ في أواخر فبراير 1989. ووقتئذ سيكون المريخ على مسافة 190 مليون كيلومتر من الأرض. والمعروف أن هذا القمر، الذي يشبه ثمرة البطاطس في شكله، ليس تام التكور، إذ يبلغ قطره الكبير 27 كيلومترا، وقطره الصغير 22 كيلومترا. ومتوسط بعده عن الكوكب يبلغ 9350 كيلومترا.

ولقد تحقق فعلا إطلاق «فوبوس 1و2» في الموعدين المحددين لهما، من قاعدة «بايكونور» (Baikonur) الفضائية، في ولاية كازاخستان السوفييتة. وتم الإطلاق بواسطة صواريخ الدفع السوفييتية «برتون» (Proton). وأعدت

(1) Aviation Week & Space Technology: April 14, 1986.

محطة المتابعة والاستقبال الأرضية في محطة تسمى «أباتريا» في جنوب الاتحاد السوفييتي.



السفينة فوبوس

ولقد دعيت بعض الوفود الأوروبية والأمريكية لمشاهدة عمليتي الإطلاق، وشوهدت على مؤخرة صاروخ الإطلاق بروتون، علامات تحمل أسماد شركتين أوروبيتين لصناعة الصلب هما «دانيلي وفويست-الباين» (Danieli & Voest Alpine)[2].

السفينة الثور

واستهدفت كلتا السفينتين، بلوغ تابع المريخ، لتقوم كل منهما بمهام متعددة عليه. وبعد رحلة الاقتراب من كوكب المريخ التي قدر لها أن تستمر 200 يوم، تصبح السفينة خلالها على مقربة من الكوكب، ثم تبدأ في الدوران حوله على مدار بيضاوي أقرب نقطة فيه من سطحه تبلغ 9700 كيلومتر بما يسمح لكاميرات السفينة بتصوير مناطق محددة من السطح، ودراسة جوه. وكان مقدرا أن يعدل المدار بعد ذلك مرتين، حتى تقترب السفينة من تابع المريخ «فوبوس» على بعد عشرين كيلومتر من سطحه.

وكان مقدرا أن يكون الفارق الزمني بين وصول السفينة الأولى والسفينة الثانية، مدة قدرها أربع أيام. وأثناد رحلة دوران كل منهما حول القمر الأكبر للمريخ، يمكن تصوير جميع معالمه ونقلها إلي الأرض، وذلك حتى يمكن اختيار أنسب الأماكن ملاءمة لهبوط معمل اختبار، كان قد وضع على متن كل سفينة، كان يسمى مختبر «داس« . وقد صممه العلماء لتكون مهمته الرئيسية جس تربة القمر «فوبوس» بمسبار يشبه الحربة التي تنغرس في التربة. هذا بالإضافة إلى مختبر آخر أطلق عيه اسم «الضفدعة» (Hopper) أو الآلة القافزة، التي ستقوم بالانتقال فوق سطح القمر فوبوس على قفزات متتلية. يفصل بين كل قفزتين منها مسافة قدرها (20) كترا . ولذلك فإن رحلة السفينة نحو تابع المريخ كانت تتمثل في الاقتراب منه وتصويره، ثم هبوط أجهزة منها عليه، لتحط عليه برفق لتجس تربته رتجري اختبارات عليها.

وعندما عرض نموذج السفينة «فوبوس» في معرض باريس الدولي عام 1987، وصفه المراقبون بأنه يشبه شكل «ثور» يحمل أسطوانة. إذ كان وقود السفينة داخل أربعة أخرى أقل منها قطرا . وكان الوقود مكونا من أحماض

(2) Aviation Week & Space Technology: July 18, 1988.

أمينية مضافا إليها حامض النيتريك كمؤكسد[3].

وكان مقدرا أن وقود المستودعات الرئيسية سيدفع السفينة لتدور حول المريخ، على مدار بيضاوي أقرب وأبعد نقط فيه عن سطحه هما (4200 X 79000) كيلومتر.

هذا، بينما ستقوم المستودعات الصغيرة، بتعديل المدار إلى (9700 X 79000) كيلومتر، ولينتهي باتخاذ مدار دائري حول الكوكب قطره 9700 كيلومتر.

وعندئذ يمكن أن ينفصل الجزء السفلي من السفينة عنها، لتصبح أجهزة السفينة في مواجهة سطح الكوكب وقمره، وعلى ارتفاع يزيد على مدار التابع «فوبوس» بمقدار 230 كيلومترا.

وكانت توجد حول مستودعات الوقود (28) وحدة دفع صغيرة، تعمل بغاز «الهيدرزين» (Hydrazine) للتحكم في تعديل أوضاع السفينة أثناء تحليقها.، كما كانت هناك مجموعة أخرى من وحدات النفث الدقيقة ذات تصميم مستحدث دقيق تعمل بغاز النتروجين المبرد.

حشد من الأجهزة الدقيقة

تقضي الأمانة العلمية تقرير أن سفينتي «فوبوس»، ضمتا عددا كبيرا من الأجهزة الحديثة، لم يسبق استخدمها بواسطة السوفييت أو بواسطة الأمريكيين في سفن فضاء قبل ذلك. وأن الآمال التي كان يمكن أن تحققها هذه الأجهزة، كانت آمالا عريضة، ولذلك مرت عشر سنوات على تصميمها قبل أن تحقق أغراضها بدقة.

فقد كان متن السفينة وحدة «رادار دوبلر» (Dpppler Radar)، مصممة لتعمل عندما تصل السفينة إلى ارتفاع يعلو سطح تابع المريخ بمقدار كيلومترين. وكان مفترضا أن تبدأ هذه الوحدة الرادارية في العمل لتتحكم في سرعة السفينة لتصبح بين (2و5) أمتار في الثانية، أثناء دورانها على ارتفاع منخفض جدا بين 30 و80 مترا. وأنها ستعمل لمدة قصيرة بين 15و20 دقيقة. وخلال هذه المدة، كان مقدرا أن يعمل جهاز ليزر نابض بالأشعة تحت الحمراء (Pulsed Infrared Laser)، ليصدر بين (5و10) نبضات إشعاعية

(3) Internavia 12/1987.

مدة كل منها واحد من مائة مليون (1/000, 000, 100 أي 10^{-8}) من الثانية، لتكون مهمة هذه النبضات تبخر (1 إلى 2) ميكرون من مادة سطح قمر المريخ، لكي تخضع بعد ذلك للتحصيل الطيفي (Mass-Spectrometer).

وكان على متن السفينة أيضا جهاز كهربي تغذية وحدة (2000-3000) فولت، ليصدر شعاعا من الكربتون المتأين. لكي تتضافر قياساته مع وحد الرادار، لإعطاء معلومات عن تركيبات السطح. بينما تقوم وحدة تلفيزيونية بتصوير السطح بدقة تحليل قدرها سنتيمتر واحد، من ارتفاع لا يزيد على (50) مترا. الأمر الذي كان متوقعا أن يعطي معلومات خصبة عن التشكيلات والمعادن رالحرارة علي سطح قمر المريخ.

ومان على متن السفينة أيضا مختبر له تصميم فريد، هو «الضفدعة القافزة» (Hopper). ولم يكن ما يميز هذا المختبر هو عملية القفز وحدها، بل ما كان يحتويه من أجهزة دقيقة هي:

- معجل للحركة.
- جهاز تحليل طيف بالأشعة السينية.
- جهاز قياس للمغناطيسية.
- جهاز احتراق للتربة تحت السطح لقيلس صلابتها.

وقد صمم المختبر ليحقق قفزاته كل 20 كترا، بواسطة مجموعة قضبان معدنية تدار بواسطة محرك كهربائي. وكان مقررا أن تعمل «الضفدعة» القافزة بضعة أيام محددة فقط، لدارسة الخصائص الطبيعية والميكانيكية والمغناطيسية للسطح.

أما المختبر الثاني، الذي كان يطلق عيه اسم «داس»، فقد كان وزنه (54) كيلوجراما تقريبا، وكان مصمما كي تبقى أجهزته عاملة لمدة عام كامل. وكان أهم أجزائه جهازا تحمله ثلاثة قوائم، ويبرز من وسطها «مثقاب» (Spike) يمكن أن ينفذ تحت تربة السطح، بواسطة عبوة نارية حتى عمق (50) سنتيمترا، إذا ما صادف سطحا يتكون من مواد صلبة مثل الحجر الجيري. ويمكنه أن ينفذ إلى عدة أمتار إذا كان السطح رخوا. وكان هناك في هذا الجهاز محرك كهربائي، ليقوم بالتحكم في الحركة الرأسية للمثقاب للتغلب على افتراض غياب الجاذبية على سطح تابع المريخ. وكان في إمكان هذا المثقاب، إذا ما رفع نواتج الحفر، أن ترتفع قاعدة المختبر بمقدار (80)

سنتيمترا، وتنتشر منه ثلاثة أجنحة مستطيلة، عليها عدد كبير من الخلايا الكهرو-ضوئية وتتجه نحو الشمس.

كما كان المختبر يحوي عددا من أجهزة القياس الدقيقة هي:

- آلتا تصوير تلفزيونيتان.
- عداد قياس طيفي للأسعة السينية، وقذائف ألفا.
- مقاييس لدرجات الحرارة.
- عداد قياس سيزمي لقياس صدمات الشهب.
- جهاز إرسال لاسلكي لتحديد بعد القمر فوبوس عن الأرض بدقة لا تتجاوز خمسة أمتار.
- أجهزة لاسلكية لإرسال قياسات السفينة (فوبوس) إلى الأرض، على مدى (30) دقيقة، كلما دار قمر المريخ دورتين حول الكوكب[4].

تبخر الآمال

إن الجهد الذي بذله العلماء السوفييت في تصميم أجهزة السفينتين «فوبوس ١و2»، كان واضحا في تفردها وتميزها عما حوته سفن الفضاء من قبل.

وقد كان هذا دافعا، للفيف من العلماء السوفييت والأوروبيين والأمريكيين أيضا، إلى القفز بالآمال إلى حيث تصوروا إمكان اقتحام المريخ قرابة عام 1992-1994. وتطلعت هذه الآمال إلى تصور إمكان تصميم سيارة مريخية، يمكنها أن تتجول فوق سطحه. وبإمكان تصميم إنسان آلي «روبوت»، يمكنه أن يعمل فوق المريخ بعد إحضار عينات من تربة المريخ إلى الأرض لتحليلها والوقوف على تركيبتها.

ومن ثم فقد كان إطلاق «فوبوس١و2»، في اعتقاد السوفييت هو خطوة، على طريق كشف أسرار المريخ.

غير أن هذه الآمال قد تبددت، فيما يشبه الصدمة،عندما تجمدت السفينة الثانية أثناء رحلتها الطويلة إلى الكوكب الأحمر، قبل أن تصل إليه، وأعلن أن الصقيع قد أحاط بأجهزتها.

---

(4) المرجع السابق.

أما السفينة الأولى، فبعد أن اتخذت طريقها نحو الكوكب واقتربت منه، وبأت أجهزتها في العمل، فقد أصيبت بسكتة جعلتهاتتوقف هي الأخرى عن إسال أية معلومات.

وهكذا قدر لهذا المشروع الذي صممت له أجهزة دقيقة، أن يصبح هباء منثورا.

الباب السابع
التخطيط للنزول على المريخ

13 التخطيط للنزول على المريخ

من الطبيعي في أي مشروع فضائي، كمثل تلك المشروعات التي عرضناها في الأبواب السابقة، أن يبدأ الإعداد له قبل سنوات طويلة من تنفيذه. ويعكف على وضع خطته وتجاربه وتصميم أجهزته لفيف من العلماء والمتخصصين.

ويبدو أن ما توصل إليه الأمريكيون والسوفييت، من خلال برامجهم التي أشرنا إليها من قبل، كان يحمل بوادر أمل مشجعة على المضي قدما في استكمال استكشاف المريخ. مع تطوير الأهداف لكي تنتهي التجارب بإحضار عينات من تربة المريخ والعودة بها إلى الأرض. وذلك من أجل وضع حد للبلبلة الفكرية التي لم تحسم بعد مسألة وجود الحياة على المريخ، وهل هي حياة بدائية في صورة أحياء مجهرية دقيقة، وتوجد فوق مناطق محددة، دون مناطق أخرى. أو هل هي كامنة تحت التربة، وعلى أعماق في باطنها تحت السطح. أم هي حياة لها طبيعة أخرى، لم تستطع الأجهزة التي وصلت إلى هذا الكوكب المحير أن تكتشف كنهها بعد.

ويبدو كذلك أن الفترة التي استمرت ما يزيد على اثنتي عشرة سنة، دون إرسال أي سفن فضاء أمريكية أو سوفييتية إلى المريخ كانت طويلة. فقد

استمرت من 1976 عند إطلاق «فايكنج 1 و 2»، حتى 1988 عند إطلاق سفينتي «فوبوس 1 و 2». كما أن الأجهزة والتجارب التي أجريت في المشروع الأمريكي، إلى جانب تصميم الأجهزة المتقدمة في المشروع السوفييتي، قد أكسبت علماء الدولتين قدرا كافيا من الخبرة والمعلومات، وقاعدة للبيانات والإحصائيات، لكي تقفز آمالهم إلى ضرورة غزو المريخ برواد من البشر.

ولذلك نجد أن الخطط الأمريكية والسوفييتية وضعت لبناتها الأولى، في أواخر الثمانينيات، وبدأت بجدول زمني منذ هذا الوقت المبكر.

وكانت هناك، ظروف وإنجازات، تشجع على بعث هذه الآمال، في عدة اتجاهات، جدير بنا أن نتأملها.

الظروف المواتية

كانت الظروف المواتية، لكي يفكر العلماء الأمريكيون في خطط غزو المريخ، في أواخر الثمانينيات، مختلفة عن تلك التي أحاطت بما حققه السوفييت على نفس المضمار. ولكن بلاشك فإن هناك مساحة مشتركة بين كلتا الدولتين، في مجالات إنجازات الفضاء. باعتبار أن ما يتحقق يعلن عنه أو يعرف بطريقة أو بأخرى ولو بعد تنفيذه. كما أن خطوات قد بدأت في عام 1975 لتوثيق عرى التعاون بينهما، وخاصة في المجالات الفضائية غير العسكرية. وتمثل ذلك في تنفيذ رحلة «أبوللو-سويوز» المشتركة التي تمت برواد مشتركين من كلتا الدولتين. وتحقق فيها ربط السفينتين بوحدة «مهايأة» جعلت انتقال الرواد بينهما أمرا ميسورا[1].

ومن أهم العوامل التي جعلت علماء الولايات المتحدة الأمريكية أمام أمر حتمي، يجب ألا يتخلوا عنه، أن السوفييت خلال تلك الحقبة التي نتحدث عنها وهي أواخر الثمانينيات، قد أحرزوا نجاحات فضائية باهرة، جعلت أنظار العالم تلتفت إليهم. خاصة أن إطلاقات المكوك الأمريكية كانت قد أصيبت بنكسة، تمثلت في كارثة انفجار مكوك «تشالنجر» في يناير 1986 وعلى متنه سبعة رواد فضاء. وكان لزاما على الولايات المتحدة أن تستعيد مكانتها الفضائية التي ظلت متقدمة لعدة سنوات، وخاصة بعد الهبوط

---

(1) سعد شعبان: الطريق إلى الكواكب-الهيئة العامة للكتاب (1990).

على القمر عام 1969، وتوالي رحلات أبوللو حتى عام 1972.

ولا شك في أن إعلان مخطط الوصول إلى المريخ، والتوجه إليه بخطط جديدة، يمكن أن يمحو بعض الآثار السلبية التي ترتبت على فاجعة انفجار «تشالنجر»، وخاصة إذا كان هذا المخطط يستهدف وصول إنسان إلى هذا الكوكب المحير، على غرار ما اتبع قبل وصول الرواد الأمريكيين إلى القمر. عندما حدد الرئيس الأمريكي «جون كينيدي» الاستراتيجية الأمريكية، بهبوط أول إنسان أمريكي على القمر قبل حلول عقد السبعينيات. فحشد العلماء كل جهودهم لتحقيق هذا الهدف القومي قبل حلول الموعد المحدد. وعلى نفس المنوال، انساق العلماء إلى تحديد هدف استراتيجي لإحضار عينات من تربة المريخ، خلال عقد التسعينيات وإرسال رواد من البشر، بحلول الأعوام الأولى من القرن الحادي والعشرين.

وأخذت التصريحات تتلاحق من أطراف كثيرة، كان من أهمها، الخطاب الذي وجهه الرئيس الأمريكي «رونالد ريجان» أمام الكونجرس عام 1988، للمصادقة على برنامج «الكشف عن الطريق» (Path Finder) الذي يستهدف إيجاد تكنولوجيا جديدة، تسمح مع حلول عام 2000، أن تنطلق رحلات مأهولة برواد أمريكيين إلى المريخ.

وكان ذلك بمنزلة دفعة قوية لوكالة الفضاء الأمريكية «ناسا»، حيث توقع الكثيرون الموافقة على تزويدها بتكاليف هذا المشروع التي قدرت آنذاك، بأنها ستزيد على (420) مليون دولار حتى عام 1991. وذلك حتى لا يبدو أن حادث المكوك «تشالنجر»، قد أحدث تراجعا في المخططات الفضائية الأمريكية. وكان ذلك أيضا، تصريحا سياسيا يهدف إلى ما هو أبعد من الإنجاز نفسه، وهو التغطية على التفوق الفضائي السوفييتي الذي أخذت ملامحه تظهر للجميع في مجالات كثيرة. وخاصة بعد أن أخذت هذه الانتصارات السوفييتية، سبيلها إلى زعزعة ثقة كثير من العلماء الأمريكيين، في جدوى ما تنفذه وكالة ناسا من مشروعات. وأنها لابد أن تحوز قصب السبق من السوفييت، ولو اقتضى الأمر التعاون الجاد معهم.

ملامح التنافس السوفييتي-الأمريكي

في عام 1988، قبل إطلاق الاتحاد السوفييتي لسفينتي «فوبوس 1 و2»

كان عدد الأقمار الصناعية التي أطلقها السوفييت في سلسلة أقمار «كوزموس» (Cosmos) قد بلغ (1980) قمرا. فقد كان هذا السيل المنهمر من الأقمار، يتدفق إلى الفضاء بفوارق زمنية قصيرة، ليوفر للعلماء السوفييت معلومات غزيرة في مجالات محددة عن الفضاء.

وكان هذا التفوق اللافت للأنظار، محوطا بكثير من الأسرار، ولا يعلن أغلبه قبل موعده، بل قد لا يكتشف أمره إلا مصادفة.

وتسجيلا للحقيقة العلمية، فإن الاتحاد السوفييتي كان له السبق في مجالات فضائية كثيرة، بعد أن استهل قمره الصناعي الأول عصر الفضاء الذي ما زلنا نعيشه منذ أن انطلق. «سبوتنيك-1» في 4 أكتوبر 1957. وقد ظلت الريادة معقودة له، في مضمار التباري مع الولايات المتحدة الأمريكية في مجالات فضائية كثيرة. فهو الذي كان له فضل الابتداء في عدة مجالات، ثم يعمد الأمريكيون إلى تطويرها، بما لديهم من إمكانيات وقدرات صناعية أكبر. وفي هذه الحقبة التي نتحدث عنها، وهي أواخر الثمانينيات، كان الاتحاد السوفييتي ينفرد وحده بإطلاق «المحطات المدارية». وقد كانت هذه المحطات بمنزلة «رصيف» معلق في الفضاء، يمكن لسفن الفضاء المأهولة برواد أن ترسو عليه، ليعمد روادها إلى دخول هذه المحطة والبقاء للعيش فيها مددا طويلة، متعددة، لا تتسع لها سفن الفضاء محدودة الحجم.

وكان الاتحاد السوفييتي قد نجح في إطلاق الجيل الأول من هذه المحطات المدارية تحت اسم «ساليوت» (Salyut) أي «التحية».

وتعاقب تحليق سبع من هذه المحطات في الفضاء بدءا من عام 1971، كما تعاقب التحام سفن الفضاء «سويوز» (SoyoZ) بها في رحلات متعددة، ليقوم روادها بمهام كثيرة. وخلال هذه السنوات التي بدأت فيها المحطات المدارية «ساليوت»، كان شعار الاتحاد السوفييتي الاستراتيجي من هذه الرحلات، هو «الحضور الدائم والمستمر في الفضاء». فقبل أن يغادر طاقم رواد المحطة المدارية، كان طاقم آخر يحل محله، سواء أكان ذلك بالنسبة للطاقم كله أو بعض أفراده. إذ كان هناك تفاوت كبير بين رواد الفضاء على تحمل البقاء فيه.

وطوال هذه المدد، كانت شاحنات الفضاء ذاتية الحركة من طراز «بروجريس» (Progress) غير المأهولة، تروح وتغدو بين الأرض والمحطات

المدارية، لتنقل لروادها المؤن والوقود والملابس والأجهزة والبريد[2].

من ذلك يرتسم أن الاتحاد السوفييتي، يخطو خطوات منتظمة، نحو قهر المجهول، وتذليل العقبات أمام طول وجود رواد الفضاء في سفنهم. إذ كانت القدرات البدنية والصحية والنفسية لرواد الفضاء، تمثل عقبة من أكبر العقبات في مسيرة، السفر إلى المريخ. بينما كان هذا السفر، يستلزم وجود الرواد تحت كل مؤثرات الفضاء، مددا قد تمتد إلى أربع سنوات حسب افتراضات هذه الحقبة الزمنية.

ومن ثم فإن رواد الفضاء السوفييت، قد تدرجوا في تسجيل الأرقام القياسية للبقاء في الفضاء، سواء في جيل محطات «ساليوت»، أو جيل محطات «مير» (Mir) أي «السلام» التي أعقبتها بدءا من عام 1986.

وهي أرقام تبلغ عدة أضعاف الرقم القياسي الذي توقف عنده الرواد الأمريكيون، في رحلة «معمل السماء» (سكاي لاب) (Sky Lab)، الذي نفذ في عام 1974، وهو (84) يوما.

وعلى سبيل التحديد نجد أن الرواد السوفييت، قد تدرجوا في تسجيل مدد طويلة للوجود داخل المحطات المدارية «ساليوت» ثم «مير» على نحو مثير، كانت بدايته (96) يوما أي ما يفوق الرقم الأمريكي الذي كان ثابتا عند (84) يوما. ثم قفزت هذه المدة إلى (140) يوما، ثم (175) يوما، ثم (185) يوما، ثم (211) يوما ثم (150) يوما، ثم صعدت فجأة إلى (237) يوما في عام 1984.

وقد تحقق هذا الرقم المذهل الذي يقرب من ثمانية شهور بواسطة ثلاثة رواد في المحطة المدارية «ساليوت-7».

ولكن في عام 1987، أي خلال الحقبة الزمنية التي نتحدث عنها، حقق رائد سوفييتي رقما جديدا، بلغ (326) يوما، أي ما يقرب من أحد عشر شهرا في المحطة المدارية مير. وكان بطل هذا «الماراثون» هو الرائد السوفييتي «يوري رومانينكو» (Yuri Romanenko) الذي أذهل العلماء، عندما أخذ يخطو بخطى نشطة ومسرعة عندما عاد إلى الأرض. بينما كان زميلاه في هذه الرحلة قد عجزا عن إكمال الرحلة، وأعيد أحدهما إلى الأرض، بعد (160) يوما فقط لخلل أصاب ضربات قلبه. وأعيد الثاني أيضا، لسبب

(2) سعد شعبان: نافذة على الفضاء-الهيئة العامة للكتاب-1993 (ص 234).

طبي آخر[3]. وكان ثلاثتهم قد بدأوا رحلة الالتحام بالمحطة «مير» في 6 فبراير 1987، وأنهاها «رومانينكو» وحده في 28 ديسمبر في نفس العام.

ووجه الغرابة أن «رومانينكو»، قد عاود الصعود إلى الفضاء، بعد ذلك بشهور قليلة واستطاع أن يصمد ويبقى داخل المحطة المدارية «مير» مدة قياسية جديدة، تفوق فيها على المدة التي قطعها من قبل. إذ بلغت هذه المدة (366) يوما، أي تزيد يوما واحدا على عام كامل[*].

كانت هذه الإنجازات السوفييتية تمثل إبهارا للعلماء الأمريكيين، لم يستطيعوا أن يطاولوه أو يتفقوا على كيفية منافسته. وكان ذلك يمثل قلقا في أوساط المخططين الأمريكيين، لأن المحطات المدارية السوفييتية، كانت تمثل الخطوة الأولى على طريق الصعود إلى الكواكب. وما تسجيل المدد القياسية لطول البقاء في الفضاء، إلا خطوة أخرى لتحقيق هذه الغاية.

تفشي القلق الأمريكي

بدأت مشاعر القلق تتسرب إلى نفوس العلماء والرواد والمخططين الأمريكيين، إزاء النجاحات المتوالية للسوفييت في الفضاء. خاصة أن احتراق مكوك الفضاء «تشالنجر»، قد ورث بحوث الفضاء ما يشبه عقدة الذنب. وأن فترة توقف إجبارية قد فرضت نفسها، على مسار البحوث والصناعات الفضائية لمراجعة صناعة الصواريخ، ووسائل إنقاذ الرواد من المكوك عند الضرورة، واقتضى ذلك توقف المسيرة الفضائية مدة دامت (32) شهرا، وهي مدة أطلق عليها البعض اسم «الحقبة السوداء». وخلالها وثبت الإنجازات الفضائية السوفييتية في طفرات متوالية، حتى أنه في ميزان الإحصائيات، كانت النظرة الأولى تعبر عن تراجع أمريكي إلى الوراء، يقرب من حالة التخلف. فخلال عام 1986 على سبيل المثال، وهو العام الذي وقعت في أوله الكارثة الأمريكية، بلغ عدد الإطلاقات الصاروخية السوفييتية (91) عملية، مقابل (5) عمليات أمريكية. واستخدم السوفييت أكثر من (800) نوع من الصواريخ.

---

(3) سعد شعبان: الحياة في سفينة فضاء-الهيئة المصرية العامة للكتاب-1995.

(*) تجاوز رائد الفضاء الروسي (فاليري بولياكوف) هذا الرقم في مارس 1995 عندما بقي في المحطة (مير) (438) يوما

وكان من أهم عوامل القلق الأمريكي، خلال هذه الحقبة، أن الاتحاد السوفييتي أخذ يشرع في توطيد التعاون العلمي والسياسي مع كثير من الدول الأخرى. وقد تجلى ذلك بوضوح، في تعاونه العلمي الفعال مع تسع دول أوروبية، ومع وكالة الفضاء الأوروبية أيضا في مجال تصميم أجهزة سفينتي «فوبوس»، كما سبق أن أوضحنا في الباب السابق.

وارتفع مستوى هذا التعاون بمد أواصر تعاون التصنيع الفضائي إلى بعض دول أوروبا الشرقية، التي تدور سياسيا في فلكه مثل ألمانيا الشرقية والمجر وبلغاريا. بل وامتد التعاون أيضا إلى بعض دول أوروبا الغربية، وعلى رأسها فرنسا وهولندا وبريطانيا.

وعمد السوفييت إلى الإبهار السياسي على المستوى العالمي، باشتراك رواد فضاء في رحلات سفن «سويوز» من دول العالم الثالث، كمثل سوريا والهند وأفغانستان وماليزيا. وكان ذلك تطبيقا لسياسة جديدة بدأها وأعلن شعاراتها الرئيس السوفييتي «ميخائيل جورباتشوف»، وهي سياسة «الجلاسنوست» (Glasnost) أي الانفتاح على الآخرين.

وكان من أشجع من عبروا عن هذا القلق الأمريكي بوضوح وصراحة، رائدة الفضاء الأمريكية الأولى الدكتورة «سالي ريد» (Sally Ride)، التي كانت عضوا في لجنة التحقيق التي كلفت بكشف أسباب حادث انفجار مكوك «تشالنجر» عام 1986. والتي عينت بعد ذلك في منصب مساعد مدير وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» للتخطيط الاستراتيجي. فقد أعلنت أن خطط الولايات المتحدة الأمريكية الفضائية قد جانبها الصواب. لأنها ركزت على إنجازات باهرة في الفضاء بواسطة المكوك، بينما انصرفت عن إعمار القمر، وشطحت إلى التفكير في غزو المريخ. وبينما استمر الاتحاد السوفييتي في تحقيق إنجازات فضائية، ظل العلماء الأمريكيون ينظرون إليها باستهانة واستخفاف، وبنظرات دونية، ظنا بأنهم متخلفون عن الأمريكيين في هذه الصناعة. بينما الحقيقة أن التقدم السوفييتي في الفضاء أصبح واضحا ومطردا. وأعطت «سالي ريد» إحصائيات وأمثلة على ذلك، كان على رأسها الإمكانيات الباهرة لتصميم المحطة المدارية السوفييتية «مير». التي كانت قد تحولت إلى مستعمرة، ينقلب على الحياة بداخلها رواد فضاء، يقضون شهورا. امتدت حتى أكثر من عام، بينما كان

الرقم الأمريكي متجمدا عند (84) يوما منذ أكثر من اثني عشر عاما وقتئذ. وضربت «سالي ريد» أمثلة أخرى على التفوق السوفييتي، بمقارنات لقدرات صاروخ الدفع السوفييتي الجديد المسمى «إنيرجيا» (Energiya) بالنسبة لصواريخ الدفع الأمريكية، حيث إنه يتفوق عليها في القدرة والحمولة، مع عدد أقل من مراحل الاحتراق. وقارنت «سالي ريد» بين جدوى استكمال استكشاف القمر أو كوكب المريخ، وانصرفت إلى ترجيح الاتجاه الأول. استنادا إلى أن الوصول إلى المريخ ما زالت أمامه مشاكل متعددة وجسيمة، ويحتاج إلى خطة طويلة الأمد، حتى تطوع القدرات البشرية والصحية للرواد، لتحمل مشاق السفر في الفضاء عدة سنوات. فضلا عن أن تصميم محركات الدفع النووية، التي يمكن أن ترفع سفينة مأهولة إلى المريخ، مع توفير وسائل تأمينها، لم يبدأ بعد.

وانتهت «سالي ريد» في تقريرها إلى ترجيح الانصراف مبدئيا عن استكشاف المريخ، والتركيز على إعمار القمر، حتى يمكن للولايات المتحدة استعادة هيبتها الفضائية أمام التفوق السوفييتي. وضربت مثلا بأن بناء قاعدة أمريكية على القمر، سيكون قفزة رائعة لتعلم كيفية العيش والعمل والزراعة داخلها، تستلفت أنظار العالم، وتقفز بأمريكا إلى عمل أكثر جدوى.

ولقد لاقت صيحة دق أجراس الإنذار، التي أفصحت عنها هذه الرائدة الشجاعة، صدى طيبا واستجابة في كثير من الأوساط العلمية والسياسية. لأنها كانت في الحقيقة معبرة عن حالة من القلق لدى لفيف من العلماء والمخططين، وانعكس هذا القلق في تصريحات وتصرفات كثير منهم. فعلى سبيل المثال لا الحصر:

- تبين للعلماء الأمريكيين خلال أعمال المؤتمر الدولي الذي عقد في قاعدة «باسادينا» الفضائية بولاية كاليفورنيا في يونيو 1987، أن نظراءهم السوفييت قد قدموا بحوثا وخططا مستفيضة ودقيقة عن استيطان المريخ. الأمر الذي أثار دهشتهم، بل وانزعاج بعضهم، لعدم سبق تصورهم لمدى التقدم الفضائي السوفييتي في كثير من المجالات.

وقد عبر عن ذلك العالم الأمريكي «جون كاسيني» (John Cassini) الذي كان يتولى إدارة مهمة لاستيطان الكواكب بقوله: «إنني أحسد السوفييت على مشروعهم للوصول إلى المريخ، واندهش لتخلفنا لأننا نؤمن بالمهام

المفردة، بينما ينطلقون هم لتحقيق ست مهام في وقت واحد».

ووصف «كاسيني» التنسيق القائم بين المؤسسات الفضائية السوفييتية، بأنه إدارة رفيعة، تنسق بين مختلف المراكز بعلاقات عمل، غير موجودة في الولايات المتحدة.

- وعلى نفس النهج، حذر العالم الأمريكي «جيمس هيد» من جامعة «براون»، من أن الجهود السوفييتية في استكشاف النظام الشمسي، قد تجاوزت الإنجازات الأمريكية في نفس المجال. وضرب أمثلة بأن العلماء الأمريكيين الذين شاركوا في أعمال مؤتمر «باسادينا»، انبهروا بما عرضه زملاؤهم السوفييت من مناطيد يمكن أن تحلق في جو المريخ، وعربات متطورة تتحرك على سطحه، وتجمع عينات من تربته.

وضرب مثلا على مدى القصور الأمريكي في هذا المجال، بأن زملاءه الأمريكيين، كانوا يتحدثون عن حاجتهم لأربع أو خمس سنوات لتطوير صاروخ لدفع سفن الفضاء إلى المريخ. بينما كان نظراؤهم السوفييت يستعرضون قدرات الصاروخ «أنيرجيا» الذي أطلق قبل ذلك بعدة شهور.

- وعلى المستوى التنفيذي، أعلن «جيمس فليتشر» (James Fletcher) مدير وكالة الفضاء الأمريكية آنذاك، في يونيو 1987، أن الوكالة قامت بإنشاء «مكتب للاكتشافات» بهدف التخطيط للنشاطات التي ستجعل الوجود البشري يمتد إلى القمر وكوكب المريخ. ووصف «فليتشر» خطته لتقويم أهداف الفضاء الأمريكية حتى عام 2000 بقوله: «إن هناك حاجة إلى القيام بمبادرة كبيرة، تبعث النشاط مجددا في برنامج الفضاء الأمريكي، وتبني تقنيات جديدة، تجعل الولايات المتحدة الأمريكية محتفظة بمركز متفوق في الفضاء».

- وكان من عناصر القلق، تصريحات متفرقة أدلى بها مواطنون وسياسيون أمريكيون، منددين بإجراءات الشد والجذب بين الهيئات الفضائية وبعض الجهات الرقابية، حول مواعيد إطلاق المكوك، والاعتراض على الميزانيات التي تطلبها وكالة «ناسا» لتنفيذ مشروعاتها. الأمر الذي أدى إلى تأجيل إطلاق محطة الفضاء الأمريكية الدائمة «الحرية أو فريدوم» (Freedom) لمدة سبع سنوات. وكذلك إلى تأجيل إطلاق «تليسكوب الفضاء هابل» (Hubble) ذي القدرة الخارقة على استكشاف أعماق الكون، وتركه مسجى

في إحدى القواعد الجوية بأغطية فضية!

وإن هذا التوقف يقابله تسليط الأضواء على الإنجازات الفضائية السوفييتية، ومعاملة رواد الفضاء السوفييت ككبار نجوم السينما الأمريكية. رغم أنهم لا يملكون غير تكنولوجيا متخلفة عن الأمريكيين، وخاصة في مجالات الحواسب وكيماويات وقود الصواريخ.

وهكذا عبرت هذه التصريحات عن القلق الأمريكي، الذي وصل إلى حد الذعر، وفي نفس الوقت عن التردي في ذبذبة محيرة، بين المضي في تطوير العمل الفضائي على القمر، أو الانطلاق في سياسة استكشاف المريخ، على مدى سنوات قد تمتد إلى أواسط القرن المقبل، حتى يمكن هبوط رواد عليه.

استرجاع الهيبة الأمريكية

من أجل استرجاع الهيبة الفضائية الأمريكية، بعد كارثة انفجار المكوك «تشالنجر»، وعلى ضوء ما أسفرت عنه التحقيقات، وما انتهت إليه التقارير الرسمية من اقتراحات، اتخذ الرئيس الأمريكي «رونالد ريجان» خطوات تنفيذية ذات أثر فعال، لانطلاقة جديدة في الفضاء، تستهدف سياسة قومية ذات آثار ونتائج أكثر طموحا.

وكانت أولى هذه الخطوات هي الفصل بين البرامج الفضائية العسكرية، والبرامج التجارية، والبرامج الخاصة باستكشاف الفضاء.

وأعطيت الشركات الأمريكية صلاحيات واسعة وتسهيلات كبيرة، لكي تتنافس في مجال تطوير وسائل النقل الفضائية وصواريخ الدفع. على أن تخصص رحلات مكوك الفضاء في الرحلات المتعلقة بالبرامج العسكرية وبرامج حرب النجوم.

ووزعت المهام بدقة على مراكز البحوث الفضائية لكي :

- يركز مركز «مارشال» الفضائي على دراسة عمليات الالتحام في الفضاء، وتطوير أنواع وقود صواريخ الدفع، وعمليات الإمدادات الإدارية بين الأرض والمحطات الفضائية.

- بينما كلف مركز «لينجلي» بدراسة أهمية المحطات المدارية بالنسبة للرحلات الفضائية البعيدة. ومدى جدوى وضع المحطات المدارية في مدارات

حول القمر، للانطلاق منها نحو المريخ.

- وكلف مركز «جونسون» باستكمال الدراسات الخاصة بإرسال (إنسان آلي) «روبوت» إلى القمر، لاختيار مواقع جديدة لهبوط رواد أمريكيين على سطحه، بحيث تكون صالحة لإقامة مستعمرات قمرية. وإعداد الدراسات الخاصة بتوسيع هذه المستعمرات في نهاية العقد الأول من القرن القادم، لتكون ملائمة للانطلاق منها، لتحقيق استغلال المصادر الطبيعية على كوكب المريخ.

وعلى نفس النهج أخذت تصريحات المسؤولين الأمريكيين تترى في مناسبات متعددة، تعبر عن الأهداف القومية المتطورة في الفضاء. كان من أهمها تصريحات نائب الرئيس الأمريكي (آنذاك) «جورج بوش»(George Bush) «إن أمامنا تعهدات للقيام باستكشافات مأهولة أو غير مأهولة لكواكب المجموعة الشمسية. وأمامنا الكثير الذي يجب القيام به، سواء مزيد من الاستكشافات والوجود على القمر، والقيام بمهام على المريخ»[(4)].

ومن العوامل التي ساعدت على استعادة الهيبة الأمريكية أن «مبادرة الدفاع الاستراتيجي» التي سبق أن أعلنها الرئيس الأمريكي «ريجان» في عام 1983، والمعروفة صحفيا باسم «حرب النجوم»، كان الحديث بشأنها في وسائل الإعلام الأمريكية قد بلغ شأوا، أخذ يفزع السوفييت إلى درجة كبيرة. ويزيد من اشتعال حمى الحرب الباردة بين الدولتين، رغم أن الرئيس السوفييتي «جورباتشوف» ، قد أتى يحمل سياسات دولية مهادنة وجديدة، وتخالف ما كان يتبعه سابقوه من زيادة إشعال نيران هذه الحرب.

لأن كل أهداف وعناصر «حرب النجوم» كانت تقوم على «عسكرة» الفضاء الخارجي، بتكنولوجيا متطورة تتزاوج فيها الإنجازات الباهرة التي كان يقوم بها مكوك الفضاء، مع التقدم الإليكتروني الذي يتمثل في انتشار استخدام الحواسب الإليكترونية في كل خطوات الصناعة، والمهام الفضائية ويكثر فيها الحديث عن استخدامات لليزر، والإشعاعات النيوترونية. ويساند هذا وذاك ترسانة عامرة بأنواع كثيرة من الصواريخ المتعددة المهام والأنواع، والتي يمكن لبعضها عبور القارات في دقائق أو ثوان. والانطلاق إلى ارتفاعات

---

(4) Time: July 18, 1998.

شاهقة في الفضاء لتعترض الطائرات المعادية، والصواريخ المعادية، بل واعتراض الأقمار الصناعية.

ولذلك أخذت التصريحات، ووسائل الإعلام الأمريكية تضج بالحديث عن «التروس القاتلة»، «ومدافع الليزر» و «سلاح الصواعق» و «المضخات النووية» و «المنصات الكونية» لاصطياد الصواريخ المعادية. والإشعاعات الليزرية القاتلة للصواريخ، والصواريخ الجو-فضائية القاتلة للأقمار الصناعية، والمدفع الكهربائي، و «المدفع المغناطيسي» الذي يمكن أن يلاحق الصواريخ العابرة للقارات.

وأصبح هذا الإزعاج الفضائي الأمريكي، يمثل تهديدا سافرا بتكنولوجيا جديدة ستحول ساحة الفضاء لخدمة الأغراض العسكرية في القرن المقبل. وكان السوفييت يقابلون هذا باحتجاجات متوالية، ويجعلون موضوع «حرب النجوم» على قائمة جدول أعمال كل مؤتمرات القمة بين المسؤولين وزعماء كلتا الدولتين.

نغمة جديدة

لكن الحقيقة التي كانت كامنة لدى كلا الطرفين، أن سياسة الرئيس «جورباتشوف»، تنطوي على مبشرات كثيرة، لم تكن موجودة قبله. وأن هناك فجرا جديدا يسمح بتعاون مثمر بين الدولتين بدلا من تناحر بارد لا طائل وراءه. ولذلك بدأت التصريحات تترى بين السياسيين تعبر عن نغمة جديدة، تنادي بضرورة التعاون بينهما لتحقيق إنجازات فضائية سلمية.

فعلى المستوى الحكومي، كان على قائمة جدول أعمال مؤتمر القمة بين الرئيسين الأمريكي «ريجان»، والسوفييتي «جورباتشوف» الذي انعقد في جنيف في نوفمبر 1985، موضوع مبادرة الدفاع الاستراتيجي الأمريكية أو «حرب النجوم». لأنها كانت مصدر قلق وإزعاج، وتمثل تهديدا سافرا للاتحاد السوفييتي، على نقيض ما كان يرفعه هذا الأخير من شعارات جديدة حول «البريسترويكا» (Perestroika) أي «إعادة التشكيل» ، و «الجلاسنوست» (Glasnost) أي «الانفتاح والمصارحة»، واللتين تمثلان تقاربا غير محدود مع العالم الغربي.

وقبيل هذا المؤتمر بأسابيع قليلة، كانت الولايات المتحدة الأمريكية، قد

حققت انتصارا فضائيا مهما في الفضاء، يتمثل في استعادة قمر صناعي أمريكي كان معطلا عن العمل في الفضاء، وأعادوه إلى الأرض بواسطة رواد المكوك. وكأنه كان مجرما، تم القبض عليه، وأعيد إلى حيث يمكن أن يتم إصلاح أموره.

ولذلك تضمنت تصريحات الرئيس الأمريكي «ريجان»، تعبيرا بدا غريبا للغاية آنذاك، وهو قوله «إن مشروع حرب النجوم، لن ينفذ إلا بعد التخلص من الأسلحة الهجومية النووية لدى القوتين العظميين. ولن يعمم إلا بعد التفاوض مع الدول التي لديها ترسانات نووية»[5].

وكانت مثل هذه التصريحات بمنزلة باعث للاطمئنان لدى السوفييت، لبدء تعاون سلمي في الفضاء بين الدولتين. وقد بدت آثار ذلك لدى علماء الطرفين، فعلى الجانب السوفييتي صرح «روالد ساجدييف» (Roald Sagdeev) مدير معهد أبحاث الفضاء التابع للأكاديمية السوفييتية للعلوم في عام 1986، بأن موسكو تتطلع إلى التوصل لاتفاق مع الحكومة الأمريكية لاستئناف التعاون السلمي في الفضاء. وذلك رغم اعتراضهم على مبادرة الدفاع الاستراتيجي الأمريكية، لأنها لا تخدم الأغراض الفضائية السلمية.

ولقد أكد «ساجدييف» وغيره من العلماء السوفييت، هذا الاتجاه مرارا، وفي عدة مناسبات، بهدف تنظيم رحلات جديدة إلى كوكب المريخ خلال السنوات المقبلة.

وأخذ علماء سوفييت آخرون، يقنعون أقرانهم الأمريكيين بجدوى التعاون لاستكشاف عناصر الحياة فوق المريخ، بدعوى أن الحياة من المرجح أن تكون موجودة تحت سطح تربته، في صورة كائنات دقيقة. وذلك على خلاف اليأس الذي سيطر على الأمريكيين بعد مركبتي «ڤايكنج» اللتين أرسلتا لجس هذه التربة قبل ذلك بعشر سنوات. وركزوا نصيحتهم بضرورة أن يراجع الأمريكيون حساباتهم، لأنهم استقوا معلوماتهم وحساباتهم من مناطق تنعدم فيها الحياة فوق سطح الكوكب، وهذا لا يعني أن الحياة ليست موجودة في مناطق أخرى.

واشتعلت المناقشات بين علماء الطرفين، في صورة مناظرات ومؤتمرات عقدت على الهواء، بواسطة الأقمار الصناعية. وقد ظل أحدها في عام

---

(5) سعد شعبان: أسرار الفضاء-الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1988.

1986، بين متخصصين من الطرفين على مدى أربع ساعات متصلة. وكانت الحجة التي يتمسك بها العلماء السوفييت هي أن احتمالات الحياة على المريخ شبه مؤكدة، وأنه توجد طبقات جليدية دائمة تغطي بعض مناطق من سطحه. بما يعني وجود الماء في إحدى صوره، وهذا دلالة على وجود حياة تحت هذا السطح.

وعلى نفس النهج، تحدث عالم الفضاء الأمريكي «كارل ساجان» (Karl Sagan) مدير مختبر دراسات الأجرام السماوية في جامعة كورنيل، أمام المؤتمر القومي الثالث الذي انعقد في ولاية «كلورادو»، تحت عنوان «دفاعا عن المريخ». وأشار إلى ضرورة التعاون مع السوفييت قائلا «إن ما ننتظره ليس العثور على مخلوقات بشرية على المريخ، ولكن يمكن العثور على ميكروبات أو أحياء دقيقة»[6].

ومع ذلك فقد كانت هناك أصوات وآراء معارضة لهذا التعاون، كان منها الكاتب العلمي «جيمس أوبيرج» (James Oberg)، الذي كان يتقن اللغة الروسية هو وزوجته. فقد كان يعتقد أن الهدف من عمليات التعاون الفضائي الذي يطلبه السوفييت، هو التجسس على التكنولوجيا الأمريكية، واختراق النظم السياسية، للتأثير في المخططات الأمريكية المقبلة.

كما كان هناك رأي معارض آخر، لعالم له وزنه العالمي، هو «جيمس ڤان آلن» (James Van Allen). فقد كان يعتقد أن مشروعات استكشاف المريخ، ليس من اللازم إعطاؤها الأولوية في ذلك الوقت. وأن الأكثر جدوى للولايات المتحدة، هو بناء صواريخ دفع قوية، تكون قادرة على إطلاق مزيد من سفن الفضاء والأقمار الصناعية، الأكبر وزنا مما أطلق من قبل. وكان يقول بأن إرسال رحلات مأهولة إلى المريخ، كما يتطلع السوفييت، أمر مكلف للغاية.

طموحات غزو المريخ

لم يكن للأصوات المعارضة للتعاون في الفضاء، صدى لدى أي من علماء الدولتين. بل على النقيض كان الكثيرون في كلا الطرفين يطمعون في أن يكون التعاون هو نقطة البداية لإنهاء صراع صامت لا طائل وراءه، ولا يليق بأهل العلم، الذين يرددون منذ زمن طويل، أن العلم، لا دين له ولا

(6) Time: July 18, 1988 (P75).

وطن.

ولقد ساعد المناخ العالمي، على وجود هذه الأفكار التقدمية، بعدما ظهرت بوادر متعددة في العالم الغربي، تنظر بالإعجاب للأفكار التي نادى بها الزعيم السوفييتي «ميخائيل جورباتشوف».

خاصة بعد أن بدت جدوى مرحلة التعاون الدولي في التصدي لمشروع كبير، فيما توصل إليه علماء تسع دول ومنظمتين عالميتين في وضع تصميم لعدد كبير من الأجهزة المتقدمة، التي حملتها سفينتا «فوبوس 1 و 2». ورغم أنه لم يقيض لهما النجاح في مواصلة مهمتهما، فإن الفشل ليس معناه الاستسلام. خاصة أن الحس الدقيق لدى العلماء الأمريكيين كان يستشعر أن التصدي لغزو المريخ، واستهداف وضع إنسان على سطحه خلال السنوات الأولى للقرن المقبل، يستلزم جهودا ضخمة لا يمكن لدولة واحدة أن تنفرد بها. ويتطلب مشاركة مجهودات دولية في كثير من فروع العلم والتقنية. كما يتطلب اعتمادات مالية ضخمة، كانت تقدر في أواخر عقد الثمانينيات بما يقرب من مائة مليار دولار.

ولقد وضح صدى هذه الأفكار في عام 1988، في رسالة وجهها اتحاد علماء الفضاء الأمريكيين الذي كان يضم (125) ألف عضو، إلى الإدارة الأمريكية، يطالب فيها بتكثيف التعاون الأمريكي-السوفييتي-الأوروبي، لوضع خطة لإرسال إنسان إلى المريخ، مع بداية القرن الحادي والعشرين.

وقد أخذت الأحداث تتحرك في اتجاه تدعيم هذه الأفكار، بخطوات إيجابية، ووضحت المعالم عندما أعلن فريق علماء مشترك من مسؤولين في وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا»، وآخرين سوفييت في مطلع عام 1989، أن الوكالة أخذت خطوة إيجابية على هذا الدرب. وتمثلت هذه الخطوة، في تقديم الخرائط التي تجمعت لديها من صور سفن «مارينر»، و «ڤايكنج»، إلى المتخصصين السوفييت. وذلك لكي تساعدهم على اختيار أنسب المواقع لإرسال إنسان آلي إلى المريخ.

وكانت الخطة السوفييتية تستهدف تنفيذ ذلك في عام 1994، وحددوا لذلك أربعة مواقع على سطح الكوكب، يمكن أن يهبط عليها الإنسان الآلي. وقد ساعد عدد ضخم من الصور التي عرضتها وكالة «ناسا» الأمريكية على العلماء السوفييت، على التدقيق في اختيار هذه المواقع. حيث كان من

اللازم أن يكون الاعتبار الأول في هذا الاختيار، هو توخي الدقة لتحقيق أربع قضايا مهمة :

أولاها البحث عن الماء، وثانيتها البحث عن أشكال الحياة، وثالثتها الحصول على عينات جيولوجية من التربة لفحصها على الأرض، ورابعتها التعرف على التطورات المريخية التي تمت على مدى الزمن.

ومن أجل تحقيق هذه الأهداف، فقد وافقت وكالة «ناسا»، على استعانة علماء الاتحاد السوفييتي بشبكة اتصالات أعماق الفضاء الأمريكية، لمتابعة المركبات السوفييتية المريخية، عندما تطلق، كما وافقت على تبادل المعلومات التي يتوصلون إليها فيما بين الطرفين.

وقد صرح العالم السوفييتي «بارسكوف» الذي كان يرأس وفد بلاده في هذه المفاوضات، بأن هذه المباحثات ستجعل القيام برحلة مأهولة إلى المريخ أمرا «ميسورا»، وقد يتحقق هبوط إنسان عليه في منتصف القرن المقبل.

وقد تزامن مع ذلك التوقيت، صدور تقرير رسمي من لجنة، كان الرئيس «ريجان» قد شكلها قبل ذلك بعامين. وكانت تضم عددا من كبار العلماء، ورواد الفضاء، والسياسيين والاقتصاديين، لوضع تقرير عن «مستقبل الاستفادة من الفضاء». وقد ورد ضمن تقرير هذه اللجنة أن الخمسين سنة التالية، لابد أن تشهد حركة دائمة في الفضاء، لوضع معامل وإقامة مستعمرات على سطح القمر، وحفر مناجم على سطح كوكب المريخ، لاستخراج معادن منها.

وكان على رأس هذه اللجنة العالم «د. توماس بين» الذي كان مديرا لوكالة «ناسا» في الوقت الذي هبط فيه أول إنسان على القمر.

وقد أتت مقترحات اللجنة، مزكية مواصلة استكشاف المريخ، وموضحة السبيل إلى تحقيق هذا الهدف. بل وذهبت إلى طموحات أخرى، تتجاوز حدود الاستكشاف، إلى استغلال موارده، بل وإلى تجاوز المريخ إلى كواكب أخرى. وهذه الاقتراحات هي :

- إقامة محطة أمريكية دائمة في الفضاء لترسو عليها سفن الفضاء المأهولة لتكثيف الدراسات الخاصة بطول بقاء الرواد في الفضاء.

- التخطيط لسفر الإنسان العادي إلى الفضاء لأغراض السياحة والدراسة والثقافة، بل والمتعة، والعمل على خفض تكاليف هذه الرحلات.

- تصميم مكوك فضاء، أكبر حجما، وأكبر سعة لنقل حمولات من الأجهزة والمعدات، استعدادا لنقل أدوات ومواد البناء اللازمة لإقامة مستعمرات قمرية، تستطيع أن تستقبل روادا وعلماء ليعيشوا فيها مددا طويلة.

- إقامة قاعدة فضائية على القمر، وتجهيزها لتكون محطة أبحاث ومركزا لإطلاق صواريخ رفع سفن الفضاء إلى الكواكب الأخرى.

- إقامة محطة مدارية، تدور حول القمر، لتكون بمنزلة حلقة وصل بين المستعمرات القمرية والأرض.

- التركيز على استخدام الطاقة النووية لرفع سفن الفضاء التي توجه إلى الكواكب، كسبا للوقت، وتوفيرا للتكاليف.

- تأسيس خط مواصلات فضائي دائم، بين الأرض وكوكب المريخ لنقل العلماء والرواد والأجهزة ومعدات ومواد البناء إليه.

- الإعداد لاستغلال موارد المريخ كمصدر للمعادن والخامات اللازمة لصناعة صواريخ متقدمة التقنية، تصلح لرفع سفن فضاء إلى الكواكب الأخرى غير المريخ.

وقد أوضح «توماس بين» في تقريره، أن تنفيذ هذه المقترحات، يمكن أن يستغرق خمسين سنة، حتى يكون هدفها الأخير هو وضع بصمات البشر على المريخ قرابة عام (2085). ثم ينطلق التخطيط الفضائي بعد ذلك حتى نهاية القرن (21).

وقد كان لتقرير «د. بين» أثره، في القفز بالآمال الفضائية الأمريكية إلى القرن القادم، وبلورة الثقة وإعادة الروح للمهابة الفضائية الأمريكية، التي اهتزت في عام 1986.

ولقد بدأت آثار هذه الأفكار الطموحة، تتبلور في تصرفات حكومية، وبرلمانية، وأصبحت حديثا يتردد على ألسنة العلماء، بل وتلوكه ألسنة المثقفين عامة.

فعلى سبيل المثال، خلصت دراسة فنية أجرتها إحدى لجان الكونجرس الأمريكي، إلى أن البرنامج الفضائي السوفييتي يرمي إلى بناء محطة فضائية ثابتة، كخطوة أولى في سياسة بعيدة المدى لا تستهدف استيطان القمر والمريخ فحسب، بل أيضا توطين عدد من المواطنين هناك. ولذلك فإن على الولايات المتحدة أن تلحق بالسوفييت في هذا المضمار، أو

تتعاون معهم لتحقيق نفس الأهداف.

بل لقد كان لتقرير «د. بين» آثار تجاوزت الولايات المتحدة الأمريكية إلى أوروبا.

فقد صرح العالم الأمريكي «ألبرت كنج» من جامعة «هيوستون»، «بأن المريخ هو الأكثر ملاءمة للحياة بعد الأرض، وعلى هذا الأساس يجب ألا تكون الرحلات المقبلة إليه مقتصرة على مجرد الوصول إليه، بل يجب أن يخطط لها، لكي تكون اللبنة الأولى لوضع محطة ثابتة هناك».

ونشر أحد العلماء الأمريكيين مقالا، أوضح فيه أحلامه حول إرسال فريق من رواد الفضاء، يتكون من خمسة أشخاص في محطة ثابتة تدور حول الأرض قرابة عام 1992، ليجمعوا المعلومات الطبيعية والمناخية اللازمة للانطلاق إلى المريخ لإقامة قاعدة ثابتة فوق سطحه.

ومضى العالم الألماني «سيجموند جين» يردد أن الرحلات الفضائية الطويلة نحو المريخ، قد قاربت أن تصبح حقيقة خلال سنوات قليلة».

وأخذ العلماء السوفييت يتحدثون حول خطط لإرسال أسطول صغير من المركبات الآلية «روبوت» إلى المريخ، لإحضار عينات من تربته، قبل حلول عام 1994. وأن هذا المخطط يلزمه تجميع معدات وأجهزة علمية على سطح الكوكب الأحمر، لا يقل وزنا عن (25) طنا!!

وكان الاستناد السوفييتي في دعم هذه الطموحات، قائما على أن صاروخ الدفع الجديد «إنيرجيا» (Energiya)، أصبح وسيلة قادرة على تحقيق هذه المهمة. ومن أجل ذلك أقيمت في معهد بحوث الفضاء بالأكاديمية السوفييتية للعلوم (IKI) بموسكو، ندوة علمية لدراسة مستقبل المريخ. وكان ذلك بين 6 و 14 يوليو 1988، وهو نفس توقيت إطلاق سفينتي «فوبوس 1 و 2» إلى المريخ.

وهكذا أصبح المريخ، هو الكوكب الذي يثير الفضول على المستوى العالمي، والذي ينتظر الكثيرون أن يكون محلا لحدث فضائي مثير خلال السنوات الأولى من القرن المقبل. لكن السوفييت حددوا عام 1994 موعدا للخطوة الأولى نحو تحقيق هذا الهدف.

الباب الثامن
سيناريو هبوط
الإنسان على المريخ

14 سيناريو هبوط الإنسان على المريخ

في أوائل عام 1987، صدر في الولايات المتحدة الأمريكية عن المجلس القومي للأبحاث العلمية، تقرير رسمي تحت عنوان «العلوم في القرن الحادي والعشرين».

وقد أوصى التقرير بضرورة دراسة كواكب المنظومة الشمسية. وقد ورد به أن البداية يمكن أن تكون بالتركيز على دراسة المريخ، لأنه دون سائر الكواكب الأخرى، يعتبر أفضلها وأكثرها ملاءمة لقيام دراسة علمية تفصيلية مناسبة. فالوصول إليه سهل إلى حد كبير، وسبق تحقيقه بسفن فضاء أمريكية وسوفييتية. كما أن سطحه من واقع القياسات والصور، له تضاريس طوبوغرافية تسمح بهبوط مركبات متحركة على هذا السطح، ويمكنها أن تستمر مددا طويلة في حركتها. والظروف الطبيعية على هذا الكوكب تعتبر إلى حد كبير مواتية لوجود مركبات مأهولة برواد من البشر، مع بعض التقنيات التي يمكن أن تتخذ للتكيف مع هذه الظروف. مستهدفة في ذلك الإبقاء على حياة الرواد، واستمرارهم في أداء مهام علمية لمدد طويلة.

لأن الاستكشاف الكامل للمريخ، يتطلب هبوط ملاحين فضائيين على سطحه في نهاية المطاف.

ولا يمكن أن يكون الاعتماد فقط على أجهزة تعمل بالتحكم من الأرض، سواء لفحص أو تحليل عينات من التربة، أو حتى العودة بها إلى الأرض. فالإجابة عن التساؤلات العلمية التي ما زالت معلقة عن هذا الكوكب، لن يحسمها سوى استكشاف الإنسان لها. ذلك أن خطوات الإنسان على الكوكب هي بصمات إثبات وجوده في الكون.

ولكن أهم ما في الأمر، أن الوسيلة الفعالة للاستكشاف، هي بواسطة البشر أنفسهم، وليس بواسطة الأجهزة.

حيث ثبت أن سفن الفضاء غير المأهولة، لا تشفي غليل العلماء، ولا تجيب عن كل ما هو مستغلق من أمور.

تفسير الدوافع

ورد على لسان العالم «فرانك بريس»-مقدم التقرير الذي أشرنا إليه من قبل-ورئيس «المجلس القومي الأمريكي للأبحاث العلمية»، أن هناك أربعة دوافع رئيسية لضرورة الانطلاق في استكشاف الفضاء الواقع بين الكواكب، وهي:

- فهم الكيفية التي تشكلت بها المنظومة الشمسية.
- فهم الكيفية التي تطورت عليها الكواكب حتى وصلت إلى حالتها الراهنة.
- اكتساب المعرفة عن أصل الحياة ومدى وجودها على كواكب أخرى.
- فهم النظم الطبيعية المسيطرة على كل الأجرام الكونية.

كما أكد أن الأوضاع العلمية السائدة، تتطلب وضع خطة تنفيذية لتحقيق هذه الأهداف، لدراسة أجرام المجموعة الشمسية واحدا بعد الآخر. سواء في ذلك القمر أو المريخ والكواكب الأخرى أو المذنبات أو النجوم. بصورة شاملة، مع انتقاء الأكثر مناسبة منها، لتحقيق الأهداف العامة.

وحث التقرير على المضي حتى نهاية القرن العشرين في استخدام المحطات المدارية، وإحضار العينات والعودة بها للأرض. ثم التخطيط للمركبات المأهولة بعد مطلع القرن الحادي والعشرين.

على نفس النهج

وفي نفس الآونة التي صدر فيها هذا التقرير العلمي، كانت وكالة «ناسا» الأمريكية، تعبر الظروف التي أعقبت كارثة انفجار مكوك تشالنجر، وتستعيد الثقة في نفسها، والمهابة الأمريكية في نفس الوقت. وورد على لسان رئيسها، «جيمس فليتشر»-كما سبق أن أوضحنا في الباب السابق-«إن بناء قاعدة على القمر، سيكون مدرسة رائعة لتعلم كيفية العيش والعمل في الفضاء، قبل القيام بتجربة أخرى أكثر طموحا، هي توجيه رحلة بشرية إلى كوكب المريخ».

وورد في تقرير الدكتورة «سالي ريد»، (Sally Ride) الذي صدر في نفس الآونة أيضا، والذي سبقت الإشارة إليه في الباب السابق أيضا، «أن الاستكشافات البشرية لكوكب المريخ، يجب أن تسبقها رحلات فضائية تستخدم الإنسان الآلي لجمع عينات من تربته والعودة بها إلى الأرض. إلى جانب إجراء دراسات مستفيضة لاستكشاف المنظومة الشمسية بمركبات غير مأهولة، تبدأ بإقامة قاعدة فضائية على سطح القمر، تكون مركز انطلاق نحو الكواكب».

وورد على لسان العالم «ويندل مانديل» المختص بالكواكب في وحدة اكتشاف النظام الشمسي في وكالة ناسا، « إن بناء مركبة فضائية لنقل البشر إلى المريخ، سيكون انطلاقة جديدة، من نظم النقل الفضائي القائم على قدرات المكوك إلى المحطة الفضائية المقترحة «فريدوم»، للدخول إلى عالم فضائي جديد في مطلع القرن القادم ». أما العالم الأمريكي «آلان لادويغ» مدير المشاريع الخاصة في وكالة «ناسا»، فقد اقترح إرسال طاقم يتكون من ستة رواد فضاء إلى القمر، بعد عام 2000، ليقوموا ببناء نواة لقاعدة علمية صغيرة، على أن يتبعهم طاقم آخر بعد عام 2010، يتكون من (30-40) رائد فضاء، ليستكملوا بناء القاعدة العلمية القمرية، استعدادا للانطلاق منها نحو المريخ.

وانتقلت نفس هذه الأفكار الأمريكية، وتطورات مشابهة، إلى علماء دول أخرى، منهم البروفسور الكندي «د. روبرت هاينز» (Robert Heinz)، الذي قال «إن الناسا يمكنها خلال السنوات القليلة القادمة، الشروع في إجراء دراسة عن المريخ، وبإمكانها القيام في عام 1992 بجمع معطيات فيزيائية

عنه، لكي تقرر على ضوئها جدوى القيام بخطوات أخرى». وأضاف أنه «إذا كان جو المريخ حاليا، شديد البرودة وجافا، والتركيب الكيميائي لسطحه لا يسمح بوجود حياة عليه، فإنه يمكن وضع بطاريات ليزر، ومرايا كبيرة القطر، على مدارات قريبة منه، لإذابة كتل الجليد على سطحه، وتنشيط الحرارة والدفء في جوه، باتحاد غاز ثاني أوكسيد الكربون مع بخار الماء».

الأفكار السوفييتية

قامت الأفكار السوفييتية على انتهاج أسلوب متدرج لغزو المريخ، يقوم على خطوات ذات ثلاث مراحل. وقد وضع «سيناريو» هذه الخطة العالم «ل. أ. جورشكوف»، (L. A. Gorshkov) من معهد «جلافكوزموس» (Glavcosmos) لتبدأ من عام 1994، حتى نهاية العقد الأول من القرن المقبل. ولتكون المرحلة الأولى، هي إرسال سفينة فضاء كبيرة تحوي وحدة «جوالة» (Rover) مثل السيارة، تكون ذات تصميم مستحدث يضم أجهزة ذات تقنية متقدمة. ويكون رفع السفينة بواسطة الصاروخ الجديد «إنيرجيا». ويتبع ذلك المرحلة الثانية، التي تنتهي في عام 2000 -2005 بإحضار عينات من تربة المريخ إلى الأرض.

ثم تتوج الخطة بالمرحلة الثالثة، التي تشرع في إرسال سفينة مأهولة إلى الكوكب، بين عامي 2005-2010[1].

وظهرت خلال المحاورات، خطة سوفييتية أخرى، وضعها عالم من «معهد باباكين للبحوث الهندسة» (Babakin Engineering Research Centre). وكانت هذه الخطة تقوم على أفكار متحفظة، وتستخدم الصاروخ السوفييتي القديم «بروتون» (Proton). وتعتمد على تطوير الأجهزة التي استخدمت في سفينتي «فوبوس».

وكانت هناك أفكار سوفييتية أخرى، لكنها كلها كانت تنتظر الموافقة الحكومية على تحديد عام 1994 موعدا لبدء التنفيذ. وقد صرح العالم «روالد ساجديف» (Roald Sagdeev) مدير معهد أبحاث الفضاء (IKI)، «بأن الموعد المحدد لبدء غزو المريخ، عام 1994، يلقى ترحيبا من القادة السوفييت. وإنه أصبح مؤكدا بنسبة 90٪. ووفقا لذلك فإن الجهات المعنية أصبحت

(1) Aviation Week & Space Technology: July, 18, 1988.

ملتزمة بهذا الموعد. ولا وقت لدينا لنضيعه حتى يمكن تحقيق إرسال سفينة تحط على سطح الكوكب. ولكي نصبح ملتزمين بهذا التوقيت، فإنه يلزمنا شركاء عالميون، لوضع الخطط اللازمة لتنفيذ التجربة قبل نهاية عام 1988»[2].

المخطط الأمريكي لإحضار عينات من المريخ

وكانت وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا»، قد انتهت في عام 1987، إلى وضع مخطط زمني، لإرسال عدة سفن فضاء إلى المريخ، لتعود إلى الأرض بعينات من تربته. فقد كانت هذه خطوة لابد منها، للتحقق من صور الحياة غير المتيقن من وجودها عليه. وقد وضع هذا المخطط ليبدأ في نهاية عام 1996، وينتهي في الشهور الأولى من عام 2003. موضحا ثلاثة خيارات مختلفة، يمكن أن ينتقى أحدها ليكون أنسبها في التنفيذ. إذ كانت هناك اعتبارات لابد من توخي الدقة في التحوط لها، عند اختيار توقيت الرحلة. وأهم هذه الاعتبارات، العواصف الترابية التي عرف أنها تهب في جو المريخ، وفق إيقاع زمني منتظم، يتكرر كل 20 شهرا تقريبا. وبتحديد المواعيد المقترحة لإطلاق السفن، ووصولها إلى المريخ، ومفارقتها لسطحه، وعودتها إلى الأرض حاملة عينات من تربته، أصبح لدى العلماء الخيارات التالية :

- الخيار الأول: يبدأ إطلاق السفينة في أواخر عام 1996، وتدوم مدة الرحلة (332) يوما، وتنتهي في أواخر عام 1999. وتكون هناك عاصفة ترابية فوق المريخ خلال أغلب الوقت، بعد خروج «حفار» من السفينة وتحركه على سطحه.

- الخيار الثاني: تبدأ السفينة في أواخر عام 1998، لتبقى مدة (489) يوما على سطح الكوكب. وتعود إلى الأرض في نهاية عام 2001. وخلالها تهب عاصفة ترابية، في توقيت يستمر خلال نصف الوقت الذي يرسو فيه الحفار على الكوكب.

- الخيار الثالث: يبدأ إطلاق السفينة في أول عام 2001، لتبقى (543) يوما فوق الكوكب، ويكون توقيت هبوب العاصفة الترابية خلال جزء من

---

(2) نفس المرجع السابق.

وقت رسو الحفار عليه[3].

وكان المتفق عليه أن الخيار الثاني هو أنسبها، وأن التصميم الهندسي للسفينة سيكون إلى حد كبير مشابها لتصميم سفن «ڤايكنج». وقد أوضح العالم «جيوفري بريجز» (Geoffrey Briggs)، مدير إدارة استكشاف الكواكب في وكالة الناسا، أن تصميم السفينة الجديدة التي ستحقق إحضار عينة مريخية، لابد أن يتضمن أربعة أجزاء رئيسية هي:

- مركبة يمكنها الاقتراب من المريخ، ثم الرسو عليه.
- وحدة تستطيع الصعود من الكوكب، والابتعاد عنه، بعد أن تحمل العينات التي يتم جمعها من تربته.
- وحدة متحركة مثل السيارة (Land Rover) تقوم بجمع عينات من التربة من أماكن مختلفة فوق السطح.
- جزء «محلق» (Orbiter) يدور حول المريخ، حتى تلحق به الوحدة حاملة العينات، ويعود بها إلى الأرض.

وكان هذا المخطط المبكر، يعتمد على أن تكون وسيلة الدفع المقترحة لهذه المهمة، مكونة من صاروخ متعدد المراحل، يتكون من الصاروخ «تيتان-4» (4-Titan)، والصاروخ «سنتور-ج» (Centaure- G- Prime).

المشروع الأمريكي: مستكشف الطريق

لتنفيذ المخطط الأمريكي لمواصلة استكشاف المريخ، أعلن في فبراير 1988 مشروع تحت اسم «مستكشف الطريق» (Path Finder Project). وقد وضعت وكالة «ناسا» المشروع على أساس إطلاق (18) سفينة فضاء[*] تعمل بمحركات نووية، لاستكشافات قمرية ومريخية. وعين العالم «روبرت روزن» (Robert Rosen) مديرا للمشروع. ورصد الكونجرس الأمريكي (40) مليون دولار لبدء المشروع في سنته الأولى.

ولم يبدأ «مشروع مستكشف الطريق»، من فراغ، فقد كانت لدى علماء «معمل الدفع النفاث» (Jet Propulsion Lab) (J. P. L) في كاليفورنيا، عدة تصورات عن رحلات ترسل إلى المريخ، تقود في النهاية إلى إرسال رواد

(3) Aviation Week & Space Tech.: April 6, 1987.

(*) تعدل العدد بعد ذلك إلى (16) سفينة ثم إلى (12).

فضاء يهبطون عليه. كما كانت هناك تصميمات لسيارة مريخية يمكنها العمل دون بشر، وتتحرك فوق ست عجلات قطر كل منها 90 سنتيمترا، لتناسب العمل فوق صخور المريخ وتجاويفه. وكان التفكير يدور حول تزويد هذه السيارة بأجهزة ذات ذكاء صناعي وعيون تليفزيونية، لكي تستطيع اختيار عينات مناسبة من صخور وتربة المريخ، وتعبئتها في مستودع مصمم خصيصا للعودة بها إلى الأرض.

ويمكن اعتبار سفن المشروع مجسات (probes) مزودة بأجهزة قياس دقيقة لجمع المعلومات والعينات وإرسالها أو العودة بها إلى الأرض. وقد قسمت المجسات إلى أربع مجموعات ذات مهام مختلفة، وزود كل منها بدرع واقية لحماية أجهزته من النيازك. وقد صممت لتهبط فوق المريخ بإطلاق غازات دفع عكسية، عند الاقتراب من سطحه لتحط عليه برفق.

وكان مقررا أن تبدأ أولى رحلات هذه المجسات بحلول عام 1996[(4)].

وقد أوضح «جيمس راندولف» (James Randolph) المسؤول عن تصميم السيارة المريخية، أنها يمكن أن تقطع مسافة كيلو متر في اليوم الواحد على الأقل، على مدى ثلاثة أعوام. ولابد أن تكون قادرة على الحركة فوق سطوح، 0 ,6٪ منها مستوية، 35٪ منها رمال مفككة. ويمكن أن تتجول السيارة على مسافات من مركبة العودة، تقدر بحوالي 80 كيلومترا.

وقد كانت هناك عدة تصورات للمدد التي يمكن أن تقوم فيها «السيارة المريخية»، بتجميع العينات تتراوح بين أحد عشر شهرا، وعام ونصف، قبل العودة إلى الأرض. كما قيل إن معدل دقة السيارة المريخية في الحركة فوق سطح المريخ، يبلغ (± 50 مترا) كل عشرة كيلومترات. ولا تزيد هذه الدقة على نصف متر، لبلوغ منطقة محددة على سطح المريخ[(5)].

السيناريو السوفييتي لهبوط الإنسان على المريخ

على أساس التعاون الذي بدأت بوادره بين علماء الفضاء الأمريكيين والسوفييت، ذهب الأخيرون إلى تصور المرحلة التي تعقب عملية جمع عينات المريخ، والانطلاق في رحلة مشتركة بينهما، تكون مأهولة برواد من

(4) مجلة القوات الجوية: دولة الإمارات العربية المتحدة-يناير 1993.

(5) Aviation Week & Space Tech.: April 6. 1987.

البشر للهبوط على سطحه، ووضعوا لهذه الرحلة «سيناريو» وأطلقوا عليها اسم «رحلة الألف يوم». وقد كان تصور إيقاعها على النحو التالي:

- إقامة «مجمع فضائي» تتجمع فيه مكونات الرحلة كلها بحيث يدور على مدار منخفض حول الأرض. وذلك حتى يتيسر انتقال رواد الفضاء بينه وبين محطات مدارية أخرى، لتجميع المعدات والأجهزة واللوازم التي تحتاج إليها الرحلة إلى المريخ.

- إعداد «منصة مدارية» لتستخدم في إعداد «مركبة الشحن» التي ستحمل الأجهزة والمعدات إلى «مستعمرة قمرية»، تقام لهذا الغرض بصورة منفردة.

- يتم إطلاق «مركبة الشحن» أولا، في اتجاه المريخ لتهبط عليه بعد (280) يوما.

- تنطلق المركبة المريخية المأهولة بالرواد، بعد ذلك بخمسة شهور ونصف، في رحلة تدوم (220) يوما.

- تهبط مجموعة الرواد على سطح المريخ، وتبقى عليه لمدة (20-30) يوما لإجراء التجارب وجمع العينات وتركيب وتثبيت الأجهزة العلمية و «الروبوتات» (Robots). حيث ستبقى هذه المجموعة من أجهزة (الإنسان الآلي) فوق سطح الكوكب، لتواصل مهام القياس وتجميع المعلومات، بعد عودة بعثة الرواد إلى الأرض.

- في طريق العودة تقوم بعثة الرواد بزيارة قصيرة لقمر المريخ الأكبر «فوبوس»، للتعرف على طبيعة ومكونات سطحه. ثم تبدأ رحلة العودة التي تستمر (165) يوما، حتى تصل إلى المحطة المدارية التي تدور حول الأرض، والتي تستخدم بوصفها حجرا صحيا للرواد قبل العودة إلى الوطن.

ورغم البساطة التي يبدو عليها هذا السيناريو الموضوع للرحلة إلى المريخ، فإنه كان يغرق في تصورات نظرية بعيدة عن الواقع. لأن الوسائل اللازمة لتحقيق كثير من هذه المراحل، ليست متيسرة من حيث التقنية.

وبصرف النظر عن الإمكانيات التكنولوجية المتيسرة في كلتا الدولتين الكبيرتين، فإن أهم المشاكل هي أن الرحلة إلى المريخ مقدر لها أن تستغرق مدة تتراوح بين (900 و 1000) يوم، أي ما يقرب من ثلاث سنوات. وحتى ذلك الحين لم تكن أقصى مدة قضاها رواد الفضاء في المحطات المدارية،



تصور لمدينة على المريخ



تصور لما بعد الهبوط على المريخ

قد زادت على عام. فقد كان رواد الفضاء يتعرضون لظروف صحية وفسيولوجية وسيكولوجية وعضوية تؤثر في كياناتهم البشرية، تحت تأثير طول البقاء في حالة انعدام الوزن[*١].

كما أن افتراض إمكان نقل الأجهزة والعتاد والمؤن والوقود إلى الكوكب، وكلها ذات أوزان ثقيلة، أمر تعوزه دقة الحسابات، للتثبت من صلاحية صواريخ الدفع المتوافرة وقتئذ للقيام بهذه المهمة. لأن بقاء مجموعة من الرواد على المريخ، لمدة تقرب من ثلاث سنوات، أمر يجب ألا ينظر فيه إلى العوامل الصحية وحدها. بل يجب أن تحسب اللوازم الأخرى لهذه النخبة البشرية من طعام وشراب وكساء وعقاقير وأجهزة طبية، ليمكنهم مزاولة الحياة اليومية دون مشاق. ولأنه ليس من المؤكد أن جو المريخ فيه الأوكسجين الكافي، فيلزم أن يضاف إلى هذه اللوازم القدر اللازم من الهواء المضغوط اللازم للاستنشاق. وقد قدر بعض العلماء، أن كل رائد فضاء من رواد الرحلة، يتحتم أن تتوافر له حمولة من مهمات يتراوح وزنها بين (40 و50) طنا على الأقل. وهذا ما يفرض نفسه على اختيار الصاروخ الذي يمكن أن يدفع هذه الحمولات الثقيلة إلى الكوكب.

ووقتئذ بدأت المناقشات تكشف عن خطط المستقبل التي يلزم أن يتناولها العلماء بعناية ودقة، لتذليل العقبات أمام وجود الإنسان على المريخ، ومنها على سبيل المثال لا الحصر :

- بحوث إعادة تدوير الطعام، أي إعادة استخدام البول والفضلات.
- بحوث المستعمرات الحيوية التي تلزم إقامتها على المريخ، لتحقيق الوجود البشري الآمن على سطحه.
- بحوث خاصة للتغلب على الدوافع الجنسية لدى الرواد، أثناء البقاء طويل الأمد على الكوكب.
- كيفية تفادي تأثيرات الانفجارات والعواصف الشمسية أثناء الرحلة.

من حصيلة هذه التصورات، وكثير من التصريحات، تجمع لدى سياسيي وعلماء أمريكا، تصور مؤداه أنه إذا كان عليهم أن يلعبوا دورا متميزا في هبوط إنسان على المريخ، فإن ذلك لن يكون قبل العقود الأولى من القرن الحادي والعشرين.

(*١) انظر الباب الخامس عشر، فيما بعد.

وأن على الرئيس الأمريكي، أن يأخذ على نفسه عهدا قوميا عاجلا ومتماسكا، بسلوك سياسة فضائية متقدمة على وجه السرعة. حيث توجد عديد من المسائل التي يلزم وضع حلول لها. وأن عقدين من الزمن ليسا بكافيين لتنفيذ برنامج يمكن من وضع إنسان على كوكب آخر. وهذا ما عبر عنه أحد علماء وكالة ناسا، هو «كارول ستوكر» (Carol Stoker)، بقوله: «لقد أتتنا الرسالة من السوفييت بصوت عال وواضح، إنهم ماضون إلى المريخ، وإن حافلتهم على وشك أن تغادر المحطة. ونحن هنا في أمريكا ما زلنا نتساءل، هل سيكون لنا مقعد معكم!».

لقد كان هذا التعبير ساخرا وقاسيا على الأوساط الأمريكية، التي اعتادت على التميز والتفوق. ولقد ظهر أثره في بعث المشاعر الكامنة، لعدم ترك الساحة خالية للآخرين، وضرورة تجميع الطاقات لتحقيق المشروع الطموح، بإرساء إنسان أمريكي يمكن أن يختال فوق المريخ.

وهذا ما عبر عنه الرئيس الأمريكي «جورج بوش» (George Bush) بقوله عام 1989[2*]:

«إن أمريكا في يوم ما، ستكون قادرة على جعل مثل هذه الرحلة، قابلة للتنفيذ في أسرع وقت».

ولقد كان هذا التصريح بمنزلة شرارة اندلعت في وكالة الناسا، لوضع خطة مدتها (30) سنة، يلزم لتحقيقها 400 بليون دولار[6].

وهكذا قبل مطلع التسعينيات، تبلور للأمريكيين هدف قومي استراتيجي، ليعمل الجميع على تحقيقه، على غرار الهدف الذي حدده «جون كيندي» قبل الهبوط على القمر.

(2*) انظر تصريحه عندما كان نائبا للرئيس في الباب السابق.

(6) News Week, July 25. 1994.

الباب التاسع
خطوات أمريكية
للاقتراب من المريخ

15 خطوات أمريكية للاقتراب من المريخ

على مدى سنوات طوال دامت سبعة عشر عاما، ظل اهتمام علماء الولايات المتحدة الأمريكية، والاتحاد السوفييتي، بكوكب المريخ، قائما دون أن يفتر. وتشعب هذا الاهتمام، ليأخذ صورا مختلفة تتأرجح بين انطلاق الآمال، والإدلاء بالتصريحات، ووضع التصورات وعقد المؤتمرات. ولكن لم تقترب سفينة واحدة من الكوكب، أو تحم حوله طوال هذه الفترة التي بدأت في عام 1976 بعد انتهاء مشروع ڤايكنج، حتى منتصف عام 1992. وكانت قد تجمعت (26,000) صورة لسطح الكوكب الأحمر، من السفينة «ڤايكنج-1»(*). وكم هائل آخر من الصور والمعلومات من السفينة «ڤايكنج-2»(*)، أهمها تأكيد وجود جليد على قطبي الكوكب، وكذلك وجود غازات الأرجون، والنتروجين في جوه. ولكن كل هذه المعلومات، لم تحسم قضية وجود أي صورة للحياة عليه. فضلا عن أن الكم الهائل من صور السطح التي سبق أن أسهمت سلسلة سفن «مارينر» في التقاطها، لم يكن يغطي أكثر من 15٪ من السطح(*).

(*) انظر الباب الخامس.

وكان لزاما للبحث عن إجابة شافية، عن هذه التساؤلات المعلقة، أن تتضافر جهود العلماء المتخصصين في كثير من المجالات، لوضع خطط انطلاقة جديدة نحو الكوكب المعني، ليس في الولايات المتحدة وحدها، ولكن بتعاون مع دول أخرى على رأسها الاتحاد السوفييتي، الذي بدأ عقده ينفرط في صورة جمهوريات مستقلة.

وكان الاعتماد الأكبر، في التخطيط الجديد، أن تكون هناك أجهزة علمية مستحدثة، يمكن أن تضيف جديدا إلى المستغلق من الأمور. وكان على رأس هذه الأجهزة، ضرورة تصميم كاميرا تصوير دقيقة، لتحديد معالم مريخية متناهية في الصغر. وتصل درجة تحليلها (Degree of Resolution)، إلى متر واحد أو مترين. فضلا عن الحاجة إلى حواسب إلكترونية متطورة يمكن لأجهزة الحفر في تربة المريخ، الاعتماد عليها، لتخزين معلومات يمكن أن توضح وجود بقايا صور من حياة حيوانية أو نباتية، تحت سطحه. فقد كانت هناك ظنون بأن هذه الحياة كانت موجودة في أزمان غابرة، قد ترجع إلى ملايين السنين. وأنه لسبب غير معلوم، اختفت هذه الصور في ظروف معقدة، ولكن مازال بعضها يواصل وجوده تحت السطح، أو في أعماق التربة.

ولعل العامل الأكبر، الذي كان يلعب دورا في ترجيح هذه الظنون، وجعلها تبدو منطقية، إلى حد كبير، هو وجود قلنسوات الثلج (Ice Caps) على المنطقتين القطبيتين من الكوكب. بل لقد ذهبت الظنون إلى القول باحتمال وجود أنهار وبحار، تنساب مياهها بغزارة تحت السطح. وعلى هذه الأعماق يمكن أن تترعرع صور حياة، بعيدة عن أخطار انهمار أشعة الشمس والأشعة فوق البنفسجية. كما أن احتمال وجود صخور رسوبية على هذه الأعماق في مجاري الأنهار الجافة، قد يضع أمام العلماء فرصة وجود حفريات عضوية، تشير إلى ألوان الحياة التي كانت قائمة من قبل.

السفر للمريخ على خطوات

في يوليو 1992 انعقد في الولايات المتحدة الأمريكية «المؤتمر الثامن لدراسة الكواكب»، وقد برزت من مناقشاته عدة حقائق، رسمت طريقا جديدا إلى المريخ. وتجمعت كل أماني الماضي، التي كانت تنطلق هنا وهناك

دون إطار أو خطة عامة. وكان أهم ما توصل إليه العلماء، هو الاستقرار على أن السفر إلى المريخ، برحلات مأهولة لا يمكن أن يتم بالانطلاق من الأرض مباشرة إليه. بل يجب أن يتم من قاعدة فضائية تقام فوق القمر لتحقيق هذا الغرض. ذلك أن الرحلة المباشرة إليه، تحتاج إلى صواريخ دفع قوية، فضلا عن سفن تحوي أجهزة شديدة التعقيد. وأن ما توصل إليه العلماء من حسابات، يشير إلى أن السفر إلى المريخ، على مرحلتين، يمكن أن يكون أقل تكلفة وأكثر أمنا.

وبرزت على سطح مناقشات المؤتمر الفكرة القائلة، إن الحاجة ما زالت ماسة، إلى جمع مزيد من المعلومات عن جيولوجية المريخ، ونشاطه الزلزالي والبركاني، وتركيب غازات جوه، ومزيد من الرصد للعواصف الترابية على سطحه. الأمر الذي يستلزم إطلاق مزيد من سفن الفضاء والمجسات، لتوفير هذه المعلومات، قبل التفكير في تحديد كيفية انطلاق رواد إليه.

وكانت فكرة التعاون الدولي، لتوزيع الأدوار على الدول التي ستقوم بجمع هذه المعلومات، قد رسخت قدميها، وأصبحت أمرا متفقا عليه. بل لقد تشعبت أطراف هذا التعاون، وأصبح مؤكدا أن روسيا ليست هي الطرف الوحيد، الذي سيتعاون مع أمريكا في هذا المضمار. إذ أصبحت هناك أدوار لأعضاء جدد في النادي المريخي، حيث أبدت الرغبة في المشاركة كل من اليابان وفرنسا وبريطانيا وألمانيا، وعدد من دول الكومنولث الروسي التي كانت ضمن جمهوريات الاتحاد السوفييتي السابق. وبذلك أخذت قضية استكشاف المريخ صيغة دولية ستتعاون فيها كثير من الدول لإزاحة أستار الغموض عما يحيط به.

ولكن الجميع كانوا على يقين من أن الأمر يحتاج إلى مزيد من المعلومات، لتوضع على أساسها خطة غزو متدرجة.

وأخذت التصريحات عن خطط غزو المريخ، تتوالى على ألسنة مسؤولين هنا وهناك، سواء عما هو عاجل منها أو ما هو آجل.

وكان من أهم هذه الخطط، ما أعلنه «دانيال جولدين» (Daniel Goldin) مدير وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا»، في عام 1992، عن قرب إطلاق سفينة فضاء أمريكية تحت اسم «مراقب المريخ» (Mars Observer)، وأنه قد تم التنسيق مع الروس على إطلاق سفينة، تحمل مجموعة من

أجهزة الإنسان الآلى «الروبوت»، لتهبط فوق سطحه.

أفكار ساجدييف

هكذا أصبح التعاون مع الروس يأتي على لسان أكبر مسؤول في ناسا، حيث كان نظيره الروسي «روالد ساجدييف» (Roald Sagdeev) قد طار إلى واشنطن، ثلاث مرات خلال ستة أشهر، لوضع أسس التعاون الفضائي بين علماء الدولتين بحكم ما له من صلات وثيقة مع العلماء الأمريكيين. وكان الهدف المعلن خلال زيارته الثالثة، هو إلقاء محاضر ة في معهد «سميثونيان» التكنولوجي الأمريكي، يوضح فيها وجهة نظره عن قيام رواد فضاء من الأمريكيين والسوفييت برحلة مشتركة إلى المريخ، يمكن القيام بها في بدايات القرن المقبل. وأن هذا يستلزم مزيدا من التعاون بين الدولتين، في جميع المجالات العلمية، لتخطي العقبات القائمة أمام هذه الرحلة التاريخية.

ولم تكن خطة «ساجدييف» ، تختلف كثيرا عما انتهى إليه الأمريكيون وتشترك معهم في ضرورة إرسال عدة سفن فضاء، لاستكمال الدراسات عن المريخ. وتقوم سفن أخرى بإسقاط معدات وأجهزة علمية متقدمة، فوق أماكن متفرقة من سطح الكوكب. والجديد في مقترحاته هو أنه يمكن إسقاط عدة مركبات ذاتية الحركة «مارسوخود»، مماثلة للسيارات القمرية «لونخود» التي سبق للسوفييت استخدامها على سطح القمر، في عام 1971. فرغم أن حجمها كان في حجم «بانيو الاستحمام»، فإن حركتها فوق ثماني عجلات معدنية تميزت بسهولة حازت الإعجاب، وكانت أجهزتها كذلك، من الدقة بحيث ظلت تعمل بكفاءة على مدى أحد عشر شهرا[*1].

ويستكمل «ساجدييف» حلقات أفكاره، فيقول إن الخطوة التالية هي إطلاق سفينتين فضائياتين مأهولتين. تكون السفينة الأولى بمنزلة «السفينة الأم» التي يعمل فيها الرواد السوفييت والأمريكيون معا، والتي تحمل معدات تمكن الرواد من الهبوط بها على سطح المريخ، والتجوال فوق مناطق محددة من سطحه. بينما تكون السفينة الثانية بمنزلة «سفينة إمداد»، تظل تدور على مدار قريب من الكوكب، حاملة الوقود والمؤن. حتى إذا ما انتهى رواد السفينة الأولى من مهامهم على المريخ، فإنهم يصعدون إليها، ومنها يتزودون

(*1) سعد شعبان: الطريق إلى الكواكب ـ الهيئة المصرية العامة للكتاب-1990.

بالوقود والمؤن اللازمة لرحلة العودة إلى الأرض.

ورغم أن أفكار «ساجدييف» لم تكن أكثر من خطوط عريضة، تمثل التصور الروسي لكيفية غزو المريخ، فإنها انطوت على تجاهل خطوة إقامة محطة إطلاق على القمر، يبدأ منها الانطلاق نحو المريخ. وربما كان مبعث ذلك، أن الروس كانوا متقدمين في مجال «المحطات المدارية»، وكانت المحطة «مير» محلا لتسجيل إنجازات باهرة، تغني عن المحطة القمرية. وقد تطابقت هذه الأفكار مع أفكار أمريكية كانت قد تبلورت من قبل، عن ضرورة تصميم «سيارة مريخية» (Rover) بست عجلات، لتقوم بالتجوال على سطح الكوكب، وجمع عينات من صخوره وأتربته. بينما توجد على مدار قريب من المريخ، سفينة يمكنها أن تستقبل معطيات السيارة المريخية وترسلها إلى الأرض.

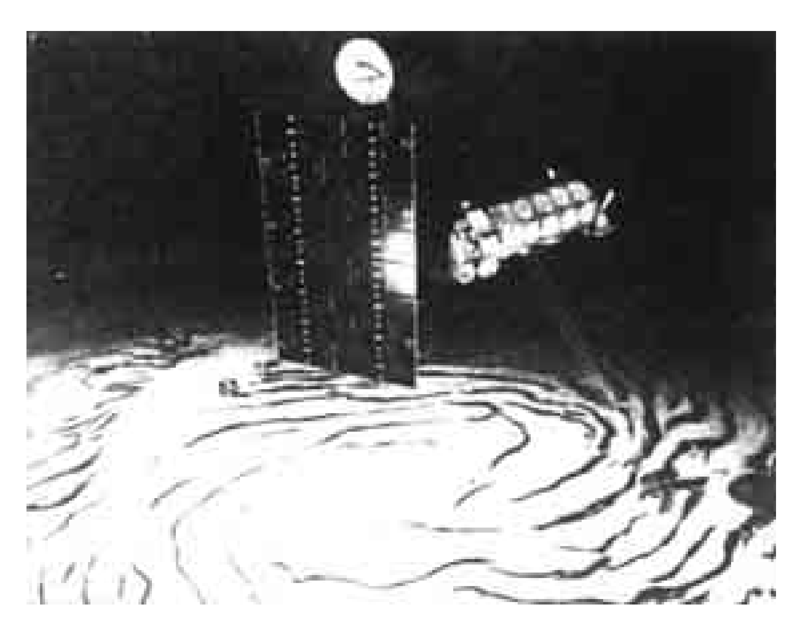
وكانت هناك أفكار يابانية-أمريكية، محل تباحث بين الدولتين حول قيام اليابان بتصميم سفينة فضائية تحمل اسم «الكوكب ب» (Planet B)، يمكنها تحليل عينات من الطبقات العليا لجو المريخ، وكانت المفاوضات قد انتهت إلى أن الموعد المناسب لإطلاق هذه السفينة اليابانية، بعد عدة سنوات قرب عام 1996.

السفينة مراقب المريخ

إزاء تحديد الرئيس الأمريكي «جورج بوش» عام 2019، موعدا لهبوط الأمريكيين على المريخ، ورفع العلم الأمريكي عليه، بادرت الولايات المتحدة الأمريكية، إلى اتخاذ خطوة إيجابية في استكمال المعلومات حول المريخ، بإطلاق سفينة فضاء تحت اسم «مراقب المريخ» (Mars Observer). وقد تم إطلاق السفينة في 25 سبتمبر 1992، لتبدأ رحلة مدتها ثلاث سنوات، وطولها 725 مليون كيلومتر، حتى تصل قرب الكوكب. لتدور حوله مدة (687) يوما أرضيا أي ما يعادل «عاما مريخيا»، هي مدة دوران الكوكب حول الشمس. ووقتها أعلن أن السفينة تكلفت (891) مليون دولار، وأنها حملت أجهزة دقيقة لجمع بيانات عن جيولوجية سطح المريخ وجوه ومناخه، والتقاط صور تفصيلية للتكوينات الصخرية الموجودة عليه.

وذكر مسؤولو وكالة «ناسا»، أن السفينة ستبدأ بعد (11) شهرا-أي في 24 أغسطس 1993-في اتخاذ مدار فوق أحد قطبي المريخ. وأنها مع بداية

أكتوبر من عام 1993، ستبدأ في إرسال صور للكوكب. وبعد ذلك بشهرين أي في ديسمبر 1993، ستكون قادرة على إرسال معلومات أخرى أكثر تفصيلا، وخاصة صور بعض التكوينات الصخرية التي أعلن بعض العلماء أنها تشبه الأحجار التي بنيت منها الأهرام المصرية، وتمثال أبو الهول[1]!



السفينة مراقب المريخ

لكن سوء الحظ حالف نتائج هذه المحاولة الإيجابية، فقد توقف الاتصال اللاسلكي بالسفينة في 21 أغسطس 1993، أي قبل بلوغها المدار المحدد للدوران حول الكوكب-كما أسلفنا-بثلاثة أيام. وضاع هذا الجهد هباء منثورا.

وهكذا بدأت الخطة الأمريكية الموضوعة لاستكمال استكشافات المريخ، بخطوة لم يكتب لها النجاح.

وكانت هذه الخطة قد حملت اسم «خطة استكشاف بيئة المريخ» (Mars Environmental Survey)، وتهدف الخطة إلى نشر (12) محطة علمية فوق

---

(1) جريدة الأهرام القاهرية: 27 سبتمبر 1992.

المريخ بين عامي 1992 , 1999[2].

سيناريو أكثر جرأة

على إثر تبلور الأفكار المتعلقة بالوصول إلى المريخ بدأت وكالة «ناسا» خططا أكثر دقة وتفصيلا. وأعلن مسؤولوها في عام 1993 أنها في حاجة إلى (400) بليون دولار، لتحقيق هذا الهدف على مدى الثلاثين سنة المقبلة. وبدأت الأجهزة الأمريكية تتخلى عن نظرتها السابقة إلى طموحات العلماء في غزو المريخ، على أنها ليست أكثر من شطحات علمية بعيدة عن التحقيق. وبدأ نشاط خفي يدب في لجان الكونجرس، ومراكز البحوث التابعة للشركات الصناعية الكبرى، وشركات صناعة صواريخ الدفع، ووسائل التأمين، ووسائل الاتصال، وأجهزة التصوير، والقياسات الجيولوجية. حتى يستطيع كل منها أن يتخذ لنفسه دورا في هذه المسيرة الطويلة. ومن ثم بدأت عمليات الحسابات والإحصائيات والاتصالات لتحديد أنسب المواقع للهبوط على المريخ. وتمثل الإجماع في الرأي بين هذه الأطراف، فيما أدلى به أحد مديري شركة صناعية كبرى هو، «روبرت زوبرين» (Robert Zubrin) كبير مهندسي شركة «مارتن ماريتا» (Martin Marietta)، من تصريحات، توضح أحد التصورات الأمريكية الحديثة لسيناريو الهبوط على المريخ.

ونحن نسوق هذا التصور بوصفه مثالا للأفكار التي كانت سائدة في عامي (1993 و 1994)[3]. والتي تعبر عن التحول من مرحلة العموميات التي كانت تتناول موضوع هبوط الإنسان على المريخ في خطوطه العريضة، إلى مرحلة دخلت إلى بعض التفاصيل والخطوات الدقيقة. وبنظرة مدققة تبدو هذه التفاصيل قائمة على أفكار جديدة، وفيها انفعال صادق بظروف المريخ، واجتهادات ثرية لها ملامح قائمة على دعائم علمية سليمة.

وتبدو التفاصيل مغايرة تماما، لكثير من الأفكار السابقة، التي كانت تقوم على استخدام «محطة مدارية» أمريكية لم تظهر إلى الوجود بعد، مفترضة أنه سيتحقق وجودها في يوم من الأيام. وما أدرانا أن هذا سيتم فعلا؟ وحتى هذه الافتراضات كانت تقوم على إرسال عشر رحلات مكوكية

---

(2) حسن القرماني: مجلة الحرس الوطني-السعودية، سبتمبر 1993، ص 41.

(3) News Week July 25, 1994. P (40).

على الأقل، لتحمل أجزاء المحطة لتجميعها في مدار أرضي، بواسطة عدد من رواد الفضاء يربو على (16) رائدا. وكانت التكاليف المقدرة لهذه العملية تقرب من 42 بليون دولار. وكان التصور القديم الذي أوضحناه من قبل، قائما على الانطلاق من هذه المحطة المدارية نحو المريخ، بسفينة كبيرة يطلق عليها «السفينة الأم». ولابد أن تكون على قدر من الكبر، يسمح لها بحمل الوقود الكافي لرحلة الذهاب إلى المريخ والعودة منه. ولذلك كان مشكوكا في أن يسمح لها وزنها الثقيل، بالهبوط الآمن فوق سطح الكوكب. لأنها إلى جانب الوقود، لابد أن تحمل جزءا خاصا يصمم ليهبط على الكوكب حاملا الرواد، ومعهم سيارة خاصة للتحرك بها على السطح، فضلا عن عدد كبير من الأجهزة العلمية. وكان مقدرا أن جزء الهبوط هذا سيتكلف ما لا يقل عن بليون دولار.

لكن العالم «زوبرين» كانت لديه خطة جريئة وطموحة، استغنى فيها عن استخدام الرحلات المكوكية، بل وعن المحطة المدارية، واعتمد على ما سبق للأمريكيين إتقانه عند الهبوط على القمر في عام 1969، وهو ما أطلق عليه اصطلاح «ارفع ثم اقذف» (Lift and Throw). ويقصد بالرفع إطلاق صاروخ لدى الولايات المتحدة مثل «ساترن-5» (Saturn-5) أو «إنيرجيا» (Energiya) الروسي.

وإذا شئنا أن نعدد تسلسل خطوات هذه الخطة المقترحة فهي :

- يكون الإطلاق الأول لصاروخ الدفع حاملا سفينة دون رواد أثناء إحدى الفترات التي تنفتح فيها «نوافذ» السماء على المريخ، والتي يستمر كل منها لمدة شهر كامل، ويتكرر انفتاحها كل 26 شهرا. والهدف هو استغلال أوضاع الكوكب بالنسبة للأرض والشمس، حيث يكون إطلاق السفينة في نفس اتجاه دوران الأرض حول الشمس. فيستغل قوى الجاذبية الكونية، في التقليل من قوة الدفع اللازمة لبلوغ السفينة هدفها نحو المريخ. وتكون هذه الرحلة «غير المأهولة» مخصصة لرفع حمولة تسبق طيران الرواد إلى الكوكب، وتتكون من ستة أطنان من الهيدروجين السائل، بالإضافة إلى سفينة صغيرة تصمم خصيصا على شكل مخروطي، لكي يستطيع الرواد العودة بها من المريخ عند نهاية مهمتهم فوق الكوكب. ويمكن لهذه السفينة أن تهبط على المريخ بعد (330) يوما، بعد أن تكون قد قطعت مسافة (400)

مليون كيلومتر.

- بعد هبوط السفينة على سطح الكوكب، تقوم المحطات الأرضية، بالتحكم لاسلكيا لإخراج مركبة آلية (روبوتية) (Robot Truck) منها، لتتحرك بعيدا عن موقع الهبوط بواسطة مفاعل نووي قدرته 130 حصانا. وحتى هذه الخطوة يقول «زوبرين» يكون قد حدث وفر في النفقات لا يقل عن (350) بليون دولار.

ثم يبدأ المفاعل النووي للروبوت في تشغيل «طلمبة» لشفط كميات من الغازات الموجودة في جو المريخ، والتي يمثل غاز ثاني أوكسيد الكربون 95٪ منها. وعندما يبدأ إدخال ثاني أوكسيد الكربون على ستة الأطنان من الهيدروجين المسال التي تحملها السفينة، فإن ناتج التفاعل يكون غاز «الميثان» والماء.

- نواتج التفاعل هذه تمثل فائدة مقصودة للخطوات التالية. فالميثان الغرض منه أن يستخدم وقودا للصواريخ التي سيحتاج إليها فيما بعد. والماء ستقوم مفاعلات كهربية بتحليله إلى عنصريه الأساسيين، وهما الأوكسجين والهيدروجين. وذلك لكي يستخدم الأوكسجين وقودا إضافيا للصواريخ. كما أنه خلال الشهور الأولى للوجود فوق المريخ، تكون هذه التفاعلات الكيماوية قد حققت وجود (108) أطنان من وقود الصواريخ، وهي كمية كافية لإعادة أي سفينة فضاء تصل إلى الكوكب بعد ذلك.

* وبهذه العملية الكيميائية، تصبح سفينة الفضاء المأهولة التي توجه إلى المريخ، في غير ما حاجة إلى حمل الوقود اللازم لرحلة العودة إلى الأرض. كما تصبح سفينة الفضاء التي ستحمل الرواد إلى الكوكب، خفيفة الوزن، ويمكنها أن ترسو برفق على سطحه، دون ما حاجة إلى انفصال جزء منها للهبوط عليه، لأنها ستكون من خفة الوزن بحيث يمكن التخلص منها بعد الوصول إليه.

- وبذلك تصبح الظروف مهيأة تماما لتنفيذ عملية الإطلاق الثانية، خلال النافذة السماوية التالية المفتوحة على المريخ. وتتم بواسطة صاروخ الدفع «ساتورن-5»، حاملة ستة رواد داخل «كبسولة الإعاشة» (Habitation Module).

ولكن عملية الإطلاق هذه سوف تختلف عن عملية الإطلاق الأولى.



تصور للسيارة المريخية

فبدلا من إشعال مراحل الصاروخ الثلاث، تُشعل اثنتان منها فقط، وتبقى المرحلة الثالثة دون إشعال. وتربط هذه المرحلة الثالثة المتوافرة، مع السفينة التي تضم الرواد، بحبل متين طوله حوالي كيلومتر ونصف، بحيث تدور مرحلة الدفع الثالثة وسفينة الرواد حول بعضها بسرعة دورة كل دقيقة، على مدار يسمح بتوليد جاذبية صناعية بينهما. وكأنهما يؤديان الرقصة الثنائية المعروفة في فن الباليه باسم (Pas De Deux). ويمكن تشبيه ذلك، بكونهما يتقلبان في دوامة رأسا على عقب، لتتولد بينهما الجاذبية الصناعية المطلوبة، والتي يمكن أن تصل إلى 38٪ من الجاذبية الأرضية.

وهي الجاذبية التي تعادل الجاذبية على سطح المريخ، حيث إنه ليس من السهل أن يتأقلم الرواد بسرعة، عند وصولهم إلى هدفهم. ولكن هذه الجاذبية الضعيفة (38٪ من الجاذبية الأرضية) تظل تعتبر ضئيلة بالنسبة للكيان البشري للرواد، الذين اعتادت بيولوجيتهم على الجاذبية الأرضية، الأمر الذي سيؤثر في عضلاتهم، وفي قلوبهم، ويؤدي أيضا إلى هروب الكالسيوم من عظامهم. وللتغلب على هذه المتاعب، حسب نصيحة الأطباء سيكون على الرواد أن يركضوا أو يسرعوا في الركض فوق سلم منزلق، أو على دراجة ثابتة لمدة أربع ساعات يوميا، وهذه خبرة مكتسبة اتبعت في المحطة المدارية الروسية «مير»[4].

تعليقات العلماء

وقد أثارت هذه الأفكار الجديدة التي قامت عليها خطة «زوبرين»، تعليقات كثير من العلماء. لأن كل خطواتها كانت مستحدثة، ولم يفكر فيها أحد من قبله، فأثارت كثيرا من التعليقات :

فقد وصفها العالم «توماس ماير» (Thomas Meyer) من جامعة «كلورادو» بقوله: إننا أمام خطة ممتازة، وخاصة في تكنولوجيا توجيه سفن الفضاء، بل هي خطة رائعة وفذة في مجال التوجيه، وتصلح للتطبيق في السفر إلى الكواكب الأخرى، الأكثر بعدا من المريخ.

وفي تصريح لعالم الإشعاعات «كارل فيتسر» (Carl Pfitzer) قال: «إن هذا لا يعني أن مخاطر ارتياد الفضاء قد تلاشت في هذه الخطة، ولكنها بلا شك ستكون أقل. والطريق إلى المريخ سيكون كبحر تغمره الإشعاعات القادمة من الشمس والأجرام الكونية المتقدة الأخرى. ولكن الرواد سيكونون في مأمن، لأن حجابا واقيا من طبقات الماء والطعام من حولهم، بسمك لا يقل عن 12 سنتيمترا، يقيهم أضرار هذه الإشعاعات. لكن الإشعاعات الكونية (Cosmic Rays) التي تتألف من قذائف دقيقة تأتي من الفضاء الخارجي، لا يمكن أن تحجبها طبقات الأطعمة أو الماء، ويلزم وجود طبقات سميكة من الصلب. ولذلك لابد من اتخاذ الاحتياطات اللازمة لعدم تعرضهم لهذه الإشعاعات الكونية حتى لا تتغير خلاياهم الوراثية. أو يحدث لهم نمو

(4) News Week July

سرطاني».

وتطرق علماء آخرون إلى تصور كيف يمكن للرواد تمضية الوقت الطويل في السفر إلى كوكب المريخ، وكيف لهم مزاولة الحياة اليومية أثناء الرحلة. وأوضحوا كيف يمكن أن يلتقوا في صالون مشترك، وكيف ينام كل منهم في مخدع مستقل، وكيف يستحم ويتخلص من الفضلات في مراحيض تكاد تشبه تلك المستخدمة على الأرض. وبعد مضيّ (180) يوما بعد مغادرة الأرض، يمكن للرواد من خلال فتحات الرؤية في السفينة، البدء في مشاهدة معالم الكوكب. ووقتئذ يمكن لقائد السفينة أن يتخلص من حبل الربط لوحدة الدفع التي تولد الجاذبية الصناعية.

وبعد الدوران حول الكوكب مرتين، يصبح على رواد السفينة أن يخفضوا من سرعتها، وتهبط ببطء قرب الموقع الذي حطت عليه قبل ذلك بمدة 18 شهرا، سفينة الإمداد غير المأهولة، مهتدين بالأضواء التى تنبعث منها.

وقد أوضح العالم الجيولوجي «رونالد جريلي» (Ronald Greeley) من جامعة «أريزونا»، أن أنسب مكان لهبوط السفينة يمكن أن يكون المنخفضات شمالي الموقع المسمى «الوديان المريخية» (Valles Marineris)، وعندئذ يمكن للسفينة أن تبدأ إرسال البيانات والقياسات والتسجيلات الصوتية بالاتصالات اللاسلكية، التي تستغرق حوالي 20 دقيقة في رحلتها إلى الأرض. ولا شك في أن التقدم في استخدامات الليزر سيسمح في القرن القادم، باستقبال صور تليفزيونية من الكوكب، أدق من تلك التي استقبلت عند هبوط الرواد الأمريكيين على القمر. وباستعمال الميثان والأوكسجين من المفاعل الذي سبق توليده كيماويا على الكوكب، يمكن لرائدين من طاقم الرواد، التنقل فوق المركبة المريخية لجمع عينات من التربة والصخور، في مكامن، يمكن أن تكون بها معالم حياة متوقعة على الكوكب.

وقد أوضح «ميخائيل كار» (Michael Carr)، الإخصائي الجيولوجي: «أن الحياة يمكن أن تكون كامنة في بحيرات مريخية قديمة، وعلى الرواد أن يبحثوا عنها. ويمكنهم أن ينطلقوا حول كثبان الرمال والبراكين، بلا حاجة إلى ارتداء ملابس خاصة، لأن المركبة يمكن أن تكون مكيفة. ويمكن أن يتوقع الرواد وجود الألومنيوم، والمغنسيوم، بل والتفكير في إقامة زراعات مريخية أيضا سواء بتنقيط المياه، أو دون تربة.

وهكذا ألهبت مقترحات «زوبرين» خيالات العلماء، وأحيت الآمال في إمكان غزو المريخ، بلا متاعب أو مخاطر، وأصبح حلم إنفاق (400) بليون دولار، أملا أمريكيا يمكن تحقيقه بعد أن كانت العقبات تصور أنه أمر يكاد يكون مستحيلا.

الباب العاشر

دليل حياة على المريخ

١٦ دليل حياة على المريخ

ثلاثة أسئلة لم يتوقف ترديدها على ألسنة العلماء، على مدى عدة أجيال سابقة، ولم تجد إجابة شافية عنها طوال هذه السنوات. غير أن تدفق أجيال الأقمار الصناعية وسفن الفضاء، بعث الآمال لدى العلماء من جديد في محاولة البحث عن وسيلة جديدة، تجيب عن هذه الأسئلة، التي تتصل حلقاتها وكأنها تدور حول محور واحد. وهي:

- عمر الكون، ومتى كانت نشأته؟
- أصل الحياة في الكون، ومتى وكيف بدأت؟
- هل من حياة عاقلة أو ذكية فوق أي من أجرام الكون، غير الأرض؟

لذلك ما فتئت هذه الأسئلة تتصاعد كلها أو بعضها بين حين وآخر، كلما وضعت خطة مشروع فضائي، أو صمم جهاز فضائي. لأن سبر أغوار المجهول في الكون كان هدفا للعلم منذ وجد. ومن أجل ذلك أصبح حديثا معادا بل ومملا، اجتهادات علماء الرصد الفلكي حول اكتشاف كواكب جديدة، تدور في إطار المنظومة الشمسية التي تضم الأرض وثمانية كواكب أخرى باردة. أحدها هو كوكب المريخ- الأغر-الذي يتلمس هذا الكتاب خطوات على الطريق إليه.

لذلك نجد أن أحد المشاريع العملاقة، التي نفذت في الفضاء لجمع مزيد من المعلومات عن الكون حولنا، هو مشروع «تلسكوب الفضاء الأمريكي» «هابل» (Hubble) الذي أطلق في عام 1990. ذلك أن كل ما كان يعرفه العلماء عن أجرام الكون قبل هذا التاريخ، لم يكن يتعدى ١٪ من مجموعها. ولذلك صممت أجهزة هذا التلسكوب الفضائي لتغوص في أعماق الكون من مدار عال في الفضاء يدور عليه، ليحقق ما يصبو العلماء إليه من كشف عن مزيد من المجرات، ومزيد من السحب الكونية، أو مزيد من الكواكب الجديدة، ومزيد من الظواهر الكونية الغامضة. والوسيلة إلى ذلك أن التلسكوب يقوم بتصوير الأضواء الخافتة، وشديدة الضعف في مجالات ضوئية متعددة. كما تقوم أجهزته بتحليل أطياف هذه الأضواء للتعرف على ما يوجد في هذه الأجرام من مواد، ومضاهاتها بما لدينا على الأرض. كما تقوم أجهزته برصد حركة هذه الأجرام وقياس سرعات حركاتها[1].

ولذلك أعلن علماء وكالة «ناسا» في فبراير 1996، أن ما أصبح أمام العلماء من صور «هابل» التي يلتقطها خلال ساعات يمكن أن يملأ موسوعات كان على العلماء أن يجمعوها خلال سنوات طوال، لو اتبعوا الأساليب التقليدية غير الفضائية. ووجدوا أن ما كشف عنه «هابل» من مجرات جديدة، قد بلغ عدة مئات بعضها موغل في أعماق الكون مسافات شاسعة. ذلك أن قدرته على رصد الأجرام الخافتة الضوء، أكبر من أقوى المراصد الأرضية خمسين مرة. إذ يمكن تصوير ذرة غبار على مسافة (100) كيلو متر، أو قطعة نقود على مسافة (500) كيلو متر.

ومن التطورات الفضائية المذهلة، ما أعلنته وكالة ناسا في عام 1995، حول اعتزامها إضافة معدات حديثة إلى أجهزة التلسكوب «هابل» خلال عام 1997. على أن يتم ذلك بواسطة امتطاء رواد فضاء للمقعد النفاث الذي ينطلق من المكوك ليحقق هذه المهمة. وكان الباعث على هذه المهمة، أن التلسكوب قد بعث إلى الأرض، بصور نادرة تشير إلى وجود كواكب تدور حول (نجوم)، أي شموس أخرى غير شمسنا. وأن ما تجمع لدى العلماء عن هذه الكواكب المجهولة خلال سنة واحدة قد بلغ ثمانية كواكب.

---

(١) سعد شعبان: حدث في الفضاء، الهيئة المصرية العامة للكتاب، 1997.

وهكذا أصبح السؤال المتكرر منذ عدة سنوات، عن الحياة في أرجاء أخرى غير الأرض، سؤالا محيرا، ليس له احتمال إجابة واحدة بل عدة إجابات.

وما أن حل عام 1997، حتى كلف طاقم مكوك الفضاء «ديسكفري» في منتصف فبراير، بوضع أجهزة متطورة داخل تلسكوب «هابل». وصفت بأنها في حجم كشك تليفون، حيث تم وضع كاميرات تعمل بالأشعة تحت الحمراء، وأجهزة تحليل طيفي لمعرفة المكونات الكيماوية للأجرام الكونية. ومسجلات جديدة للمعلومات، وأجهزة إليكترونية جديدة. فيما وصف بأنه في إطار عمليات الصيانة المتتالية للتلسكوب، لزيادة قوة كشفه التي زادت بفضل هذه الأجهزة (40) مرة على الأجهزة القديمة.

ولقد اقتضت عملية إضافة هذه الأجهزة أن يعمل رائدان من رواد المكوك خارجه، ممتطين صهوة المقعد النفاث لمدة سبع ساعات خلال أربع عمليات متكررة، حتى كللت الإضافات بالنجاح.

الشرارة البريطانية

محاولات استكشاف الحياة على المريخ، لها ماض طويل، وحلقات متعددة، وقد بدأت واحدة من هذه الحلقات في عام 1983، عندما عثرت بعثة علمية على نيزك حجري، لونه خليط بين البني والأخضر، وكان ذلك في جليد القارة القطبية الجنوبية. وأثبتت التحليلات الكيماوية أنه مماثل لصخور القمر، ولذلك ذكر العلماء أنه قادم منه.

وفي العام التالي 1984، عثرت بعثة علمية أخرى على عدة نيازك. كان عددها اثني عشر، في نفس المنطقة المتجمدة الجنوبية. وأوليت عناية خاصة بأكبرها حجما، لأخذ عينات وشرائح منه لفحصها. حيث كان يبدو أنه يختلف في شكله، عن نيزك آخر، قيل إنه قادم من القمر.

وبدأت الأسئلة تتدافع على ألسنة العلماء والمتخصصين، وتأخذ سبيلها إلى المحافل والمؤتمرات العلمية. ومن أهم هذه الأسئلة «هل يمكن أن توجد دلائل حياة في باطن هذه النيازك، رغم ما قطعته من مسافات طويلة في الفضاء، عبر آلاف السنين، وأن تظل هذه الدلائل واضحة حتى العثور على النيزك؟».

ولقد بدأت بادرة علمية تلوح في الأفق في مارس 1995، أي بعد ما يزيد على عشرة أعوام، عندما أعلنت العالمة البريطانية «مونيكا جرادي»، الباحثة في متحف التاريخ الطبيعي بلندن، أن نتائج الأبحاث التي أجريت على قطعة صخرية نيزكية، قد أوضحت ما يشير إلى وجود «مواد عضوية مركبة» فيها. وأنه من المرجح أن هذه الصخرة أتت من المريخ[2].

ويعتقد العلماء البريطانيون أن الحياة على المريخ، محتملة لأن الدلائل قوية على أن الماء كان موجودا عليه، وكذلك ثاني أكسيد الكربون والنيتروجين والأمونيا. ولهذا فلا يستبعد أن تكون الحياة، قد وجدت على هذا الكوكب داخل صخوره، وليس فوق تربته.

وفي 7 أغسطس 1996، عقد-فجأة-مؤتمر صحفي عالمي، أعلنته وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا». وأعلن فيه رئيس الوكالة في حضور لفيف من الباحثين، ما وصف بأنه حدث علمي مثير، يتعلق بالعثور على دلائل حياة على المريخ. وتتمثل هذه الحياة في صورة بكتيريا أحادية الخلية، كانت تعيش على الكوكب منذ آلاف السنين، وأن هذا الكشف أفصحت عنه التحاليل والفحوص، التي أجراها العلماء الأمريكيون على نيزك عثر عليه في المنطقة القطبية الجنوبية عام 1984.

وعلى أثر هذا المؤتمر الصحفي في أمريكا، والاهتمام غير العادي بموضوع الحياة على كوكب المريخ، قررت بريطانيا في 13 أغسطس 1996، استضافة قمة علمية دعت إليها كبار العلماء الأوروبيين المتخصصين في مجالات الفضاء، لدراسة الآثار المترتبة على الكشف، الذي وصف بأنه مثير[3].

والحقيقة أن ذلك كان محاولة بريطانية للحيلولة دون انفراد الولايات المتحدة الأمريكية، بمتابعة الأبحاث العلمية المتعلقة بهذا الأمر.

ووقتها صرح وزير العلوم البريطاني، بأن القمة ستركز على المساهمة التي يمكن أن يقدمها العلماء الأوروبيون، لمتابعة الأبحاث الخاصة بالحياة على المريخ. ودور أوروبا في الاكتشافات التي انفردت بإعلانها وكالة الفضاء الأمريكية ناسا على العالم. مع تجاهل للدور الأوروبي الذي كان له السبق

(2) الأهرام: القاهرية، 22 مارس 1995.

(3) الأهرام-القاهرية، 14 أغسطس 1996.

إلى هذا الكشف.

ومن الواضح أن هذا التناحر العلمي، على شرف السبق لهذا الكشف العلمي كانت له جذور.

فقد كان فريق من العلماء البريطانيين يضم البروفسور «كولن بيلينجر»، والدكتورة «مونيكا غرادي» وزوجها الدكتور «إيان رايت» من متحف التاريخ الطبيعي البريطاني في لندن، هم أول من اكتشف وجود جزيئات عضوية، ومركبات كربونية داخل عينة من نيزك كان في حوزتهم(4).

وكان العلماء البريطانيون قد أعلنوا في فرصة سابقة على المؤتمر الصحفي الأمريكي، أن المادة العضوية التي ترتكز على عنصر الكربون هي أهم متطلبات الحياة على الأرض. وكذلك الأمر الأكثر احتمالا على كوكب المريخ. ووقتئذ تدفق آلاف البريطانيين على المتحف البريطاني لمشاهدة النيزك محور الموضوع، وسجلت الإحصائيات زيارة (8000) شخص في يوم واحد.

وسبق للعلماء البريطانيين أيضا أن دافعوا عن هذه النظرية، باستبعاد احتمال تلوث النيزك بأي مواد عضوية أرضية. حيث أثبت التحليل الكيماوي أن الكربونات جزء من التكوين الداخلي للنيزك نفسه، وليست آتية له من خارجه(5).

مؤتمر صحفي مثير

أثار المؤتمر الصحفي الذي أشرنا إليه من قبل، زوبعة غير متوقعة. وامتدت الأنباء التي أذيعت فيه، إلى كل أصقاع العالم. وتناقلت كل الصحف المحلية والعالمية ووكالات الأنباء، الاكتشاف الذي وصف بأنه مثير، عن التوصل إلى دلائل على وجود حياة بدائية على المريخ.

وكان مكان المؤتمر، في قاعدة «جونسون» الفضائية بولاية كاليفورنيا، وسط جمع حاشد من العلماء والصحفيين.

ولكن الأكثر إثارة، أن رئيس وكالة الناسا «دانييل جولدين» (Daniel Goldin)، أعلن أنه قد أبلغ الرئيس «كلينتون» والكونجرس، بهذا الكشف

(4) رأفت منيب: جريدة الأهرام-القاهرية، 18 سبتمبر 1996.

(5) محمد يحيى الصوان: مجلة المصور-القاهرية، 16 أغسطس 1996.

العلمي المهم.

ووجه الغرابة أن الرئيس الأمريكي «بيل كلينتون»، قد أسهم في إضفاء عنصر رسمي مثير على الاكتشاف، بإعلانه اعتزام الولايات المتحدة الأمريكية دعم الأبحاث والرحلات الفضائية المقبلة بكل الطاقات والإمكانيات الممكنة، لاستكمال حلقات البحث عن الحياة في أماكن أخرى في الكون.

وبهذا التصريح، تأكد بصورة رسمية، الهدف القومي الذي سبق تحديده بواسطة الرئيس السابق «بوش»، باستهداف هبوط إنسان أمريكي على المريخ قبل عام 2019.

وتأكد ذلك في ذهن رجل الشارع الأمريكي، ولدى العلماء الأمريكيين بل وعلماء العالم الآخرين. لأن الرئيس الأمريكي «كلينتون» أدلى بهذا التصريح، وهو في غمار إعداده لمعركته الانتخابية الجديدة. وكان عليه تجاوز كثير من المشاكل، التي يعتبرها المواطن الأمريكي، أكثر أهمية من البحث عن الحياة خارج كوكب الأرض. مثل مشاكل الإرهاب وأحداث الدورة الأولمبية في أتلانتا، والخلاف الحاد على قوانين تثير مشاعر الأمريكيين.

وكان الباعث على إعلان هذا الاكتشاف المثير، يَمْثُل أثناء المؤتمر الصحفي داخل ناقوس زجاجي صغير، وضع أمام رئيس وكالة «الناسا» والعالمين اللذين توصلا إلى الاكتشاف. ولم يكن بداخل الناقوس غير قطعة صخرية صغيرة، يقل وزنها عن كيلوجرامين، أو على وجه التحديد (1,9) كيلو جرام سوداء اللون وسطحها مليء بالتجاويف، ولا يزيد حجمها على ثمرة بطاطس كبيرة، غير منتظمة الأبعاد، ولم تكن هذه الصخرة غير نيزك سقط من السماء، وقد صنف تحت الرقم البحثي (أ. ل. هـ-84001) (A. L. H-84001).

وكان للتصريح الذي أدلى به رئيس وكالة الناسا، صدى كبير لدى الحاضرين في المؤتمر الصحفي، ولدى المستمعين والمشاهدين لشاشات التليفزيون، بعدما قال: «نحن هنا الآن.. لنعلن كشفا مثيرا، كأنه قصة بوليسية مشوقة، يمكن أن تقودنا إلى التأكد من أن الحياة كانت في مرحلة ما، موجودة على كوكب المريخ».

النيزك العريق

تكشفت قصة النيزك، في المؤتمر الصحفي، وتفاصيل ما توصل إليه

لفيف من علماء وكالة «الناسا»، مشاركة مع علماء إحدى الجامعات الأمريكية العريقة، هي جامعة «ستانفورد». وعرف أن هذه القطعة الصخرية، ليست أكثر من بقايا نيزك (Meteorite)، عثرت عليه بعثة استكشاف علمية أمريكية في جليد القارة المتجمدة الجنوبية المسماة أنتاركتيكا (Antarctica)، فوق منطقة تعرف باسم «جبال آلان» أو «آلن هيلز» (Allan Hills). وكان توقيت العثور على النيزك، قبل ذلك باثني عشر عاما، أي خلال عام 1984. وأدى الفحص العلمي لبقايا النيزك، إلى أنه سقط على الأرض منذ زمن سحيق قدر بأنه (13) ألف سنة، بعدما سبح في الفضاء (16) مليون سنة، حتى سقط على الأرض!!

كل ذلك لم يكن أكثر من تأريخ لصخرة نيزكية سقطت على الأرض، منذ زمن مضى وانقضت بعده آلاف السنين. وما أكثر ما يسقط على الأرض من مثل هذه الأحجار النيزكية. وهو واحد من اثني عشر نيزكا أخرى[6].

لكن القصة المثيرة التي أشار إليها رئيس «الناسا»، والتي كانت الباعث على عقد المؤتمر الصحفي، هي أن العلماء قد اكتشفوا بداخل النيزك، أدلة مبدئية على وجود جزيئات عضوية، يدخل في تركيبها عنصر الكربون. ومن المحتمل أن تكون هذه التركيبات، قد تبلورت من صخور بركانية منصهرة على المريخ، قبل 3,6 بليون سنة.

وبأسلوب العلماء قالوا بأنه من المرجح أن يكون النيزك قادما من صخور المريخ. حيث أشارت التحاليل الكيماوية والمعدنية إلى وجود تشابه كبير بين التركيب الجيولوجي والعضوي للعينات التي أخذت من النيزك، مع المعلومات التي استقيت من سفينتي «ڤايكنج-1 و 2» اللتين أطلقتا في عام 1976[*].

وقد عكف علماء متخصصون في التحاليل الجيولوجية والمعدنية والكيماوية، على مقارنة عينات أخذت من النيزك، مع صخور متحجرة موجودة على سطح الأرض. فوجدوا أن هناك تشابها كبيرا بين الكائنات العضوية المجهرية «الأحادية الخلية» (Microscopic Organisms) داخل النيزك، والمخلوقات الموجودة على الأرض. فكان ذلك سندهم العلمي في القول بأن الحياة كانت موجودة على المريخ، في يوم ما في الماضي البعيد.

---

(6) محمد يحيى الصوان : مجلة المصور-القاهرية، 16 أغسطس 1996.

(*) انظر الباب السابع.

الأسانيد العلمية

وقد أكد العلماء أن هذا الكشف، رغم أهميته، لا يعتبر دليلا قاطعا على وجود الحياة على المريخ، لأن المحتوى الكيماوي للمواد داخل النيزك لا يزال غير واضح تماما. ويحتاج الأمر إلى مزيد من الأبحاث والتدقيق، وأخذ عينات إضافية، لابد من إحضارها في رحلات لاحقة من المريخ(7).

كان الفضل في هذا الاكتشاف يعود إلى طاقم من العلماء، أحدهم هو الدكتور «ريتشارد زار» (Richard Zare) الأخصائي في التحاليل الكيماوية في جامعة «ستانفورد». وقد استخدم جهازا حساسا للغاية يعمل بأشعة الليزر يعرف باسم «جهاز قياس طيف الكتل» (Mass Spectrometer)، لاكتشاف وجود جزيئات مادة تعرف علميا باسم «ب. أ. هـ» (P. A. H.) «بوليسايكلك أروماتيك هايدروكاربونز» (Polycyclic Aromatic Hydrocarbons).

هذه المادة تتولد من حرق زيوت الديزل، والسناج (الهباب)، وتوجد أيضا في تركيبات النيازك. وهي تنتج من تحلل وتحجر التركيبات الحيوية.

وقد صرح «زار» بقوله «إن الشواهد الغزيرة لمادة (ب. أ. هـ) في الصخرة النيزكية ذات الرقم 84001، وجد أنها أكثر مما هي عليه في الثلوج القطبية، حيث عثر عليها. وهذا ما يشير إلى أنها قادمة من كوكب المريخ، وليس من الفضاء، أو من الأرض(8).

ولقد كان طاقم الباحثين في حاجة إلى التأكد من أن مادة (ب. أ. هـ) في النيزك، قد نتجت عن كائنات حية. ونظرا لتركز وجود هذه المادة حول حبيبات الكربون الكروية، فقد لجأوا إلى وضع عينات منها تحت ميكروسكوب إليكتروني فائق التحليل. فوجدوا أن الخيوط الرفيعة البيضاء والسوداء عند حواف الحبيبات المكربنة، تتألف من بللورات دقيقة للغاية أقطارها بين (10 و 100) نافومتر*. وتشبه إلى حد كبير تلك الموجودة في بعض الحفريات الأرضية التي فسرت على أنها بقايا متحجرة.

والمعروف علميا أن بعض المعادن مثل مركبات الحديد المعروفة باسم «ماجنتيت» (Magnetite) و «بيروتيت» (Pyrrhotite)، يمكن أن تنتج مادة (ب . أ . هـ.) من مصادر غير عضوية، لكن كان واضحا أن البللورات في داخل

---

(7) رأفت منيب: الأهرام القاهرية، 18 سبتمبر 1996.

(8) News Week: August 19, 1996, P 42-43

آثار البكتيريا في الصخرة تعادل 0,01 من سمك شعرة الإنسان



النيزك

النيزك كانت مكعبة الأشكال، ولكن بعضها كان يشبه دموع العين، تماما مثل ما ينتج عن البكتريا على الأرض، أو كأنما هي قطرات من البكتريا.

ولذلك تم استخدام ميكروسكوب يستعمل لمسح الإلكترونات، لتوضيح التفاصيل «النانومترية» الدقيقة داخل المواد، في صور ذات ثلاثة أبعاد.

وقد أوضح العالم «داڤيد ماكاي» (David Mckey) رئيس فريق البحث في المؤتمر الصحفي، أنه ركز على حبيبات وجدها عند حواف التجمعات الكربونية. ولاحظ أنها تظهر تحت الميكروسكوب مختلفة عن حبيبات «الماجنتايت» أو كبريتات الحديد. حيث كانت على هيئة عناقيد من أنابيب طولية، ذات نهايات مستديرة. وكان أصغرها في حدود (20) نانومتر، وأكبرها حوالي (200) نانومتر. وأضاف «ماكاي» أنه وزملاؤه قد حاروا في تفسير وجود هذه البللورات الغريبة، وهل هي من طين قد جف؟ لكنهم فسروا وجودها بأنها بقايا متحجرة لميكروبات مريخية، معللين ذلك بأنه عند تشكل الرواسب الكربونية، احتبست بينها هذه الأحياء الدقيقة، كما يحدث أحيانا عندما تحتبس البكتريا أو الحشرات داخل حبات الكهرمان (Amber)[*1].

وفي ختام المؤتمر الصحفي، أوضح «ماكاي» رئيس فريق البحث، أن الهدف الذي يبتغيه علماء «الناسا»، هو عدم اندفاع أي جهة أخرى، بادعاءات تفسد تفسير الأمور، حتى يفتضح زيفها. وأن ما توصل إليه العلماء ليس مؤكدا، ولكن الدلائل مجتمعة تشير إلى أبسط تفسير لوجود حياة على المريخ. وأن الأمر في حاجة إلى مزيد من التأكيدات للنتائج التي توصلوا إليها.

ردود الأفعال

بعد المؤتمر الصحفي المثير، وتصريحات الرئيس الأمريكي «كلينتون»، التي وضح منها افتتانه بما توصل إليه علماء وكالة «الناسا» من نتائج، تفاوتت ردود الأفعال العالمية.

ورغم أن النتائج وصفت بأنها غير مؤكدة، فإن الدعاية الإعلامية التي أحسن إخراجها، على النهج الأمريكي المعتاد، أضفت على الاكتشاف عنصر الإثارة. وفضلا عن ذلك، فقد علقت عليه كثير من الصحف العالمية، والمجلات

(*1) النانومتر = جزء من ألف مليون جزء من المتر (10-9)

الأمريكية، ومن أهمها مجلة «ساينس» (Science). وقد وصف محررها الأمر قائلا: «إنه أكبر شيء حدث حتى الآن».

ومن أهم ردود الأفعال، ما صرح به الدكتور «زانج ينج» من جامعة بكين، في المؤتمر الدولي للجيولوجيا قائلا: «إن الأمريكيين تسرعوا في إعلان الاكتشاف. وليس من المستحيل أن تكون هناك حياة بدائية على المريخ منذ أكثر من ثلاثة بلايين سنة. لكن المشكلة الحقيقية، هي كيف نجزم بأن بقايا عناصر الحياة التي وجدت في النيزك، قد جاءت من المريخ. وأنها ليست نتيجة تلوث النيزك بعناصر حياة على الأرض حيث سقط».

وقال عالم صيني آخر ساخرا: «لقد اعتاد الأمريكيون إذاعة مثل هذه الأنباء المدهشة على العالم، ثم يثبت بعد ذلك عدم دقتها».

أما العلماء الروس فقد علق أحدهم من العاملين في معهد البحوث الكونية بقوله: «إن هذا الاكتشاف واحد من الافتراضات المحتملة، لكن احتمال وجود نقيضه كبير أيضا. فدراسة المريخ ودراسة بعض مقاطع من نيزك سقط منه، ليست أمرا كافيا. ولا يتفق العلماء الروس مع الأمريكيين في أن وجود مركبات عضوية في النيزك، يمكن أن تكون نتيجة نشاط بيولوجي يدل على وجود الحياة على الكوكب. ومن البديهي أنه ينبغي أن توجد براهين، لتحديد المكان الذي انفصل منه هذا النيزك سواء من سطح المريخ نفسه، أو من أحد قمريه. ولماذا لا تكون بعض المواد العضوية قد علقت به في رحلته الطويلة إلى الأرض؟».

ومضى بعض المشككين في الاكتشاف الأمريكي، يندد بالأسلوب السينمائي الأمريكي في تناول الموضوعات العلمية، على غرار ما أذيع في أغسطس 1995 عن حادثة «روزويل». عندما عرض العلماء الأمريكيون خلال مؤتمر علمي عن الأطباق الطائرة، فيلما سينمائيا-مشكوكا في صحته-قيل إن طيارين من سلاح الجو الأمريكي التقطوه، واحتفظوا به منذ عام 1947! وكان الفيلم عن سقوط طبق طائر في صحراء «نيومكسيكو»، وقيام عدد من العلماء الأمريكيين بتشريح جثة مخلوق غريب وجد ميتا داخل الطبق الطائر[9]. فقد كانت هناك علامات استفهام كثيرة حول صحة هذا الفيلم، الذي لم يفرج عنه إلا بعد مرور 48 سنة!

---

(9) سعد شعبان: مجلة العربي-الكويت-أبريل 1996 (ص 60).

وعلى نفس النهج، مضت الصحافة في كثير من بلاد العالم تطرح أسئلة، تعبر عن التشكك في صحة الاكتشاف الأمريكي. وانطلق بعضها يستتكر تجاهل الدور البريطاني السابق، وإغفال الدور الأوروبي الذي يمكن أن يكون معاونا.

وكانت محاور الأسئلة المشككة تدور حول :

- ليس هناك دليل قاطع على أن النيزك أتى من المريخ، فالنيازك مصادرها من الفضاء الخارجي كثيرة؟

- لماذا لم تحترق مظاهر الحياة البدائية في النيزك أثناء رحلتها الطويلة إلى الأرض. فالحرارة العالية التي يتعرض لها أي نيزك، تجعل سطحه الخارجي يحترق بالكامل، ولا تبقى منه إلا النواة التي تنجو من الاحتراق؟

- لماذا لم يعلن عن الاكتشاف إلا بعد مرور (١٥) عاما على التقاط النيزك من جليد القطب الجنوبي؟

- إن الاكتشاف الأمريكي ينقصه معرفة التركيب «الجيني» للأحياء الدقيقة، وضرورة فك الشفرة الوراثية «د. ن. أ» (.D. N. A) الخاصة بها، حتى لا يبقى الأمر مجرد خيال؟

وإلى جانب ردود الأفعال، كان هناك سيل من التعليقات وردت على ألسنة كثير من العلماء، والشخصيات العامة. نورد بعضا منها، على سبيل التدليل على الزوبعة الفكرية التي أثارها الاكتشاف.

قال العالم «كارل ساجان» (Carl Sagan) الفلكي الشهير من جامعة «كورنيل» مبتهجا بالاكتشاف: «إذا تحققت هذه النتائج، فستكون نقطة تحول في تاريخ البشرية، لأنها تشير إلى أن الحياة ليست موجودة فقط على كوكب واحد من المنظومة الشمسية، بل في كل أرجاء الكون العظيم»[10]. وقد عرض هذا العالم الذكي صورا للكرة الأرضية التقطتها الأقمار الصناعية من ارتفاع (500) كيلومتر، على العلماء المتشككين، وتحدى أيا منهم أن يؤكد من مشاهدة هذه الصور وجود أي حياة على كوكبنا من عدمه. وعلى أثر هذا التحدي المقنع، خرجت بعض الصحف بعناوين ضخمة «هل توجد حياة على الأرض»؟

وردا على التشكيك في الاكتشاف، بدعوى أن الحياة ربما نشأت في

(10) Time: August 19. 1966, P45.

بعض شقوق الصخرة، عندما كانت جزءا من سطح المريخ، وأن عمر حبيبات الكربون يبلغ على الأقل 3,6 بليون سنة، قال ساجان: «في ذلك الوقت كان المريخ أكثر دفئا، وأكثر رطوبة مما هو عليه الآن. وكانت عليه أنهار وبحيرات وربما أيضا محيطات. وفي ذلك العصر، كان يمكن أن نتوقع نشأة حياة على المريخ».

وفي معرض الرد على الشكوك أيضا، دعت وكالة «ناسا» العالم «وليم شوبف» (William Schopf) المتخصص في بيولوجيا العصور الجيولوجية القديمة من جامعة كاليفورنيا، والذي له أبحاث عن الحياة القديمة على الأرض، للإدلاء برأيه، فقال مكررا مقولة ساجان الشهيرة: «إن الادعاءات غير العادية، تحتاج إلى إثباتات غير عادية. وأنا أعتبر أن ادعاء وجود حياة على المريخ، سواء حاليا أو في الماضي، أمر غير عادي، ومن حقنا أن نطلب إثباتات غير عادية لمساندة هذا الادعاء». ومن الواضح أنه أبدى رأيه بطريقة حذرة، وأردف ذلك بتعليق علمي بقوله: «إن العناقيد المزعوم رؤيتها في صور الميكروسكوب الإلكتروني، تعتبر أصغر مئات المرات من تلك الموجودة على الأرض، وهي من الضآلة بحيث يصعب تحليلها كيماويا، أو فحصها من داخلها، بينما لا توجد فراغات بينها».

وبناء على هذه الملاحظات أعلن، أن هذه الشواهد تدعوه إلى القول بأن ما رآه علماء «الناسا» ليس أكثر من رواسب معدنية مثل الطين الجاف، وليست شواهد بيولوجية.

وبهذا سجل هذا العالم المتخصص، اعتراضا مهذبا على ما توصل إليه علماء وكالة الناسا، وأوضح أن اجتهاداتهم العلمية بحوث أوَّلية يلزم أن يعقبها جهود أخرى.

وقد عقب مدير «الناسا» على ذلك بالموافقة، مبديا أن الغرض من إعلان هذه النتائج، هو الرغبة في التحقق منها. وأنه مستعد لإرسال عينات من الصخرة إلى الجهات البحثية التي تريد ذلك لتشارك في التجربة(11).

وفي تعبير فكِه قال «إفيريت جيبسون» (Everett Gibson)، الجيولوجي في مركز جونسون لبحوث الفضاء معلقا على الصورة الرئيسية المثيرة،

---

(11) نفس المرجع السابق.

التي كانت تظهر ما يشبه الأنابيب التي لا يزيد قطر أي منها على 0,01 من قطر شعرة الإنسان. وأنها تظهر للعين غير المدربة على أنها تجمعات للون من الحياة البدائية:

«عندما أخذت الصورة إلى منزلي، ووضعتها على مائدة الطعام، نظرت زوجتي-المتخصصة في البيولوجيا-إليها قائلة: أي نوع من البكتريا هذه؟».

عاصفة بريطانية جديدة

بعد مرور ما يقرب من أربعة شهور، وفي أول نوفمبر 1996، أوضح لفيف من العلماء البريطانيين في اجتماع الجمعية العلمية الملكية، أنهم أجروا دراسات كشفت عن أن نوعا من الحشرات (البق) كان يعيش على سطح المريخ قبل 600 ألف عام. وهي فترة زمنية أحدث كثيرا مما كان علماء الفضاء الأمريكيون، قد حددوه على النيزك (أ . ب. هـ -84001). وكان ذلك بمنزلة مفاجأة للعلماء في جميع الدول. لأن الأمر أصبح كافيا لتأكيد ما سبق أن ظنه البعض مجرد ادعاء، عندما أعلن الأمريكيون كشفهم قبل أربعة شهور، وأن الشكوك التي أثارها البعض حول كشفهم، أصبحت هراء. وقال رئيس الوفد البريطاني في هذا المؤتمر : «إن الاعتقاد بأن الأرض هي الكوكب الوحيد الذي ينفرد بوجود حياة عليه، أمر ليست له مصداقية».

وصرح عضو في الفريق البريطاني، أنه أجرى تحليلا لأحد النيازك التي سقطت من المريخ، وما بداخله من حفريات، فوجد فيه حفرية عمرها يقرب من 16 مليون سنة. وأن سبب وجودها نشاط جرثومي كان داخل جسم النيزك. وأن الفريق البريطاني قد كرر نفس التحاليل على نيزك آخر، فتوصل إلى النتيجة نفسها. وأن هناك عزما على مواصلة التحاليل على عدة نيازك أخرى، أحدها محفوظ في المتحف البريطاني منذ عام 1913، والآخر سقط فوق مصر في عام 1911، وتوجد أجزاء منه في المتحف أيضا.

وهكذا أصبح أمر الحياة على المريخ، شبه مؤكد، وزالت سحابات الشكوك التي كانت تغلف أقوال وأبحاث العلماء الأمريكيين. وأصبح العالم أمام حقيقة جديدة، جديرة بأن تجعل القادرين على استكشاف المريخ، يمضون

في جدية، وبلا يأس، لتأكيد ما كان ظنونا منذ بضعة شهور.

تأكيد الدلائل

لم تهدأ العاصفة التي أثارها المؤتمر الصحفي في أغسطس 1996، وأخذ النقاش بين العلماء في بعض الأحيان أساليب حادة إلى حد تبادل الشتائم.

وكثر طلب المحافل العلمية لشرائح النيزك، للمشاركة في فحصها وتحليلها، إلى حد أنه أصبح لها ما يشبه السوق السوداء. ولحسم الأمور فقد تقرر عقد مؤتمر علمي في 28 مارس 1997 في «هيوستون» ليحضره لفيف من المتخصصين في الجيولوجيا لتدارس المعلومات المتوافرة عن تحليلات النيزك المصنف برقم (84001). وفي هذا المؤتمر قدم (30) بحثا، أيد 65٪ منها وجود مظاهر الحياة في النيزك.

وعن الادعاء بأن وجود مركبات الحديد المعروفة باسم «ماجنتيت» (Magnetite)، يعد دلالة من دلالات الحياة في النيزك، نشر طاقم من الباحثين برئاسة العالم «جون برادلي» (John Bradly) بحثا في ديسمبر 1996 . أوضحوا فيه أن «الماجنتيت» الموجود في النيزك، على هيئة قضبان وخيوط وعقد. وأن بعض القضبان ملتو في صورة حلزونية. ومثل هذه التكوينات توجد على الأرض في الفوهات البركانية شديدة الحرارة. وقياسا على ذلك فإن مكونات «الماجنتيت المريخية» تكونت عند درجات حرارة بين (500 و 800) مئوية[12].

لكن أحد العلماء المعارضين وهو «جون كريدج» (John Kerridge) من جامعة كاليفورنيا يقول : «في مثل هذا المرجل، لا يمكن لأي صورة من صور الحياة أن تصمد للبقاء».

غير أن الرأي الغالب بين العلماء في المؤتمر الجيولوجي الذي انعقد في مارس 1997 والذي أشرنا إليه، وفي مؤتمر للعلماء الكيماويين الأمريكيين انعقد في «سان فرانسيسكو» وفي عدة مؤتمرات أخرى، أن دلائل الحياة في النيزك، مؤكدة وحقيقية.

ومن ثم فإن وجود آثار للجزيئات الواضحة التكوين، لا يمكن أن يفسر،

(12) News Week, February

إلا بأنه حدث نتيجة أنواع معينة من البكتيريا.

لذلك فإنه يمكن أن تكون دلائل الحياة على النيزك، والبنية على وجودها هي على النحو التالي :

العنصر	المظاهر	الدفع
وجود مركبات كربونية (Carbon ates)	تتكون في وجود الماء الحار، وكشرط لتشكيل صور الحياة، فإن تنواتجها الكيميائية تكوينات حية.	وتتشكل أيضا عند درجات الحرارة العالية جدا، كمثل الحرارة الناتجة عن الاصطدامات الكونية، التي تسببت في انفصال الصخور من كوكب المريخ.
البقايا الدقيقة المتحجرة (Nanofossils)	أظهرت الميكروسكوبات الإلكترونية، وجود تكوينات أنبوبية الشكل تشبه خلايا البكتريا الأرضية.	التكوينات صغيرة جدا إلى حد تعذر أن تتكون منها بقايا ميكروبية ، وقد تكون من صنع الميكروسكوب الإلكتروني.
بللورات الماجنتيت (Magnetite Crystals)	بعض البكتيريا الحية على الأرض ، تنتج الماجنتيت كدليل على تفاعلاتها الداخلية.	تشكيلات البللورات تماثل لما يتكون من فتحات البراكين عند درجات حرارة عالية جدا.
وجود جزيئات المادة (ب، أ ، هـ) (P. A. H)	جزيئات هذه المادة تتشكل عند تحلل الأشياء الحية.	تتشكل هذه المادة أيضا نتيجة التفاعلات غير الحيوية . وهي شائعة الوجود في جليد المناطق القطبية ، ولذلك فمن المحتمل أنها نتجت على الأرض.

الباب الحادي عشر
البحث عن طريق

17 الأسطـول الأمريكي

أعلنت عدة آراء ضمن حملة التشكيك التي انطلقت بعد المؤتمر الصحفي لـ «ناسا» في أغسطس 1996، والذي أشرنا إليه في الباب السابق. أحد هذه الآراء كان يتساءل في دهاء، عن العلاقة الخفية بين هذا الاكتشاف العلمي الخطير في حجر صغير، وبين النجاح الكبير الذي حققه فيلم الخيال العلمي الأمريكي، عن «الحياة على المريخ»، تحت اسم «إندلس داي» (Endless Day) أي «اليوم اللانهائي». أما الرأي الثاني فكان يعلل هذه الفرقعة»، بأنها من أجل إثارة الرأي العام، وحث المسؤولين على رصد مزيد من المخصصات، لمواصلة برامج استكشاف المريخ.

وللحق والإنصاف، فإن العلماء كانوا يواصلون الخطى، لتحقيق حلقات سيناريو هبوط الإنسان على المريخ، من قبل عقد المؤتمر الصحفي عن النيزك - في أغسطس 1996 - بعدة سنوات.

وعلى سبيل المثال، فقد كان تعليق «دانيال جولدين» رئيس وكالة «الناسا» في ديسمبر 1995، على انتقادات وجهت لخطة الوكالة لاستكشاف الأجرام الكونية هو قوله: «إن الناس تظن، أن أفضل ما في برنامج الفضاء الأمريكي قد تحقق، ولكن

هذا غير صحيح ولا أوافق عليه، فالأفضل لم يتحقق بعد. إن تفاؤلي لا ينبني على أسلوب مفصل للبحث والتطوير فحسب، ولكنه يعتمد أكثر من ذلك على التشجيع النفسي. وثقتي تعتمد على أسطول من مركبات الفضاء، سترسلها الوكالة لاستكشاف المنظومة الشمسية وأجرام الكون حولنا».

كان هذا التصريح، قبل سبعة شهور من المؤتمر الصحفي الذي أثار المتشككين. ولكنه يرسم صورة تبرّئ العلماء من أساليب الخداع والتلاعب بالأعصاب والعقول. فخطوات المشروعات العلمية، قد تكون وئيدة وبطيئة وتحتاج نَفَسا طويلا، وتتواصل حلقة إثر الأخرى. وكل منها تبني أهدافها على ما تحققه الخطوات التي سبقتها. وهكذا وضح للجميع، أن الطريق إلى المريخ، الذي تحدد هدف هبوط الإنسان عليه عام 2019، طريق طويل، ومحفوف بكثير من الصعاب.

أسطول البحث عن طريق

كانت الخطط الأمريكية لبلوغ المريخ، قد انتهت إلى ضرورة مواصلة استكشافه، وتلمس الطريق إليه بخطة يحقق أولى مراحلها أسطول (Armada) من المركبات الفضائية، عددها عشرة. وقد تم إطلاق المركبة الأولى منها تحت اسم «مساح المريخ الشامل» (Mars Global Surveyor)، في 6 نوفمبر 1996، وتحدد موعد وصولها قرب الكوكب في سبتمبر 1997. وذلك لكي تدور حوله على مدى أربعة شهور لتصوير سطحه وعمل مسح جيولوجي له، وإجراء قياسات للأحوال المناخية على مدى سنتين. ولتحقيق ذلك حملت السفينة على متنها أجهزة لقياس المجال المغناطيسي، وجهاز قياس للارتفاعات بالليزر، حتى ارتفاع تسعة أمتار، وكاميرا تصوير للمعالم السطحية حتى حجم يعادل حجم سيارة صغيرة.

وفي 4 ديسمبر 1996، تم إطلاق المركبة الثانية تحت اسم «مستكشف الطريق» (Mars Path Finder). والمخطط أن تصل إلى المريخ، في مناسبة العيد القومي الأمريكي في 4 يوليو 1997. وعند الاقتراب من الكوكب تكون المهمة الأساسية للمركبة، ملامسة سطحه فوق قاعدة هرمية، وتحط برفق فوق وسائد هوائية لتحمي المركبة من الارتطام. ويتحكم في عملية الاقتراب من السطح والهبوط والملامسة، حاسب آلي على متن المركبة. والمتوقع أن

ترتفع المركبة لأعلى وتهبط لأسفل (12) مرة[1]، قبل أن تستقر على السطح الصخري للمنطقة التي تم اختيارها بدقة، والمسماه «سيلونيا». ثم تنفتح أبواب المركبة الفضائية، التي على شكل أوراق زهرة مثلثة الشكل، طول ضلع كل منها 90 سنتيمترا. ليكشف عن وجود سيارة ذاتية الحركة، ذات ست عجلات (Rover). تبدأ في التحرك زاحفة خارج المركبة بسرعة (60) سنتيمترا في الدقيقة[2].

والأهداف المخططة للمركبة والروبوت الطواف الذي يخرج منها هي:

- تصوير سطح المريخ، وتحديد خصائصه الطوبوغرافية، بكاميرات أكثر دقة، مع التركيز على مناطق محددة على هذا السطح.

- دراسة التركيب الكيماوي والتعديني لصخور المريخ وتربته وثلوجه، والغبار الذي يهب في عواصفه والغيوم الموجودة في جوه. وذلك عن طريق قياس الأطياف دون الحمراء الصادرة عن هذه التركيبات.

- الحصول على وصف تفصيلي لتضاريس السطح، وأماكن البراكين الحية والخامدة، وارتفاعات الجبال والوديان. وذلك باستخدام جهاز لقياس الارتفاعات بالليزر حتى ارتفاع (9) أمتار.

- دراسة وتجربة وسائل الاتصال اللاسلكي بين الأرض والكوكب، ونقل الصور من كاميرات المركبات إلى محطات المتابعة الأرضية[3].

ووسيلة تحقيق هذه الأهداف بواسطة أجهزة السيارة ذاتية الحركة، التي صممت عجلاتها الست بحيث تستطيع أن تتسلق الصخور الصغيرة حتى ارتفاع 15 سنتيمترا. وعلى أن يوضع فوق هذا «الروبوت الطواف» أجهزة القياس اللازمة للتصوير، والقياسات السيزمية، ومقياس الطيف، والأجهزة اللاسلكية التي تنقل المعلومات، عبر الحواسب الإلكترونية التي يحملها.

والمقرر أن تستمر حركة «الإنسان الآلي الطواف» الذي يبلغ طوله (60) سنتيمترا، لمدة (30) يوما معتمدا في تغذية أجهزته على بطاريات ومصفوفات خلايا شمسية، ويختبر تربة الكوكب حتى تتوقف بطارياته.

---

(1) الأهرام القاهرية: 14 ديسمبر 1996 نقلا عن الجارديان.

(2) Time: August 19. 1996 P. 48.

(3) رأفت منيب: الأهرام-القاهرة-28 سبتمبر 1996.

ومن المقرر أنه إذا سارت الأمور على ما يرام، وتحققت النتائج المرجوة من هذه المركبات غير المأهولة، فإن أربع مجموعات زوجية من مركبات أخرى سترسل كل عام لجمع مزيد من المعلومات بدءا من عام 1998. وستكون أجهزتها مغايرة لتلك التي سبقتها، حيث ستكون كاميراتها «ستريسكوبية»، وسيكون مع الإنسان الآلي جاروف، لغرّف التربة لجمع مزيد من المعلومات. ولا شك أن الهدف البعيد من هذه التجارب، هو العودة إلى الأرض بعينات من تربة المريخ، ومن المقرر أن هذا الهدف يمكن تحقيقه قرب عام 2005.

هذا وقد بدت ملامح تعاون دولي في مجال تصميم الأجهزة التي حملتها السفينتان اللتان أطلقتا في أواخر عام 1996. فقد أسهمت الهيئة الألمانية للأبحاث الفضائية في المشروع، بتصميم آلتين للتصوير الإلكتروني، وواحدة أخرى للتصوير الستريوسكوبي. وبهذه الأجهزة الدقيقة، سيمكن أخذ معلومات عن التسلسل الزمني لتكون التشكيلات الجيولوجية على الكوكب. كما اتفق على أن يقوم لفيف من العلماء الألمان بتحليل قياسات عن «البلازما» في الفضاء الكوني المحيط بالمريخ. ورصد سطحه راداريا، وقياس مجاله المغناطيسي. هذا فضلا عن التحليلات الكيماوية لتربته.

18 السفينة الروسية «مارس ٩٦»

يبدو أن المسؤولين عن برنامج الفضاء الروسي، قد تعجلوا الأمور بعد الضجة الصحفية التي صاحبت الإعلان عن نيزك القطب الجنوبي، في الولايات المتحدة الأمريكية في أغسطس 1996. وربما كان من أسباب هذا التعجل، الرغبة في استعادة المهابة في مجالات الفضاء، وعدم ترك الساحة فارغة لمتسابق واحد. أو استبعاد شبهات ثارت عن تراجع علمي، على إثر التفكك السياسي الذي ضرب الاتحاد السوفييتي في مقتل. من أجل ذلك شاركت روسيا في البرنامج العالمي لاستكشاف المريخ، والذي انضمت إليه عشرون دولة منها اليابان وكثير من الدول الأوروبية، مع الولايات المتحدة الأمريكية.

وفي إطار هذا البرنامج العالمي، كانت الولايات المتحدة قد أطلقت سفينتها، «مساح المريخ الشامل» (Mars Global Surveyor) في نوفمبر 1996، ثم أعقبتها بالسفينة الثانية «مستكشف الطريق» (Path Finder) في ديسمبر 1996، (كما ورد في الفصل السابق).

وعندما حل الدور على روسيا، أطلقت سفينة تحمل اسم «مارس-96» في 17 نوفمبر 1996، من قاعدة «بايكونور» الفضائية في كازاخستان. لكن

المرحلة الأخيرة من صاروخ الدفع الذي حملها إلى الفضاء، لم تعمل على الوجه الصحيح، وتوقفت بعد (20) ثانية، بدلا من ثلاث دقائق، حتى تصل المركبة إلى المدار الذي يوصلها إلى المريخ، بعد حوالي عشرة شهور.

وبالتالي فقد ظلت السفينة التي كان وزنها ستة أطنان ونصف، تدور في الفضاء على مدار قريب من الأرض، ثم تهاوت واحترقت أغلب مكوناتها في الغلاف الجوي. وسقطت بقاياها في غرب المحيط الهادي، في مكان يقع غرب شيلي، وعلى مسافة 800 كيلو متر من نيوزيلاندا.

وكانت السلطات الأسترالية، قد استعدت لاحتمال سقوط السفينة فوق أراضيها أو قربها، عندما عرف فشل صاروخ الدفع في حملها إلى مدارها. ولذلك وضعت سلطات الدفاع الجوي، وأجهزة الإنقاذ ومجابهة الكوارث في حالة الاستعداد. إذ كان معلوما أن السفينة، تحمل معدات وأجهزة تعمل بالبلوتونيوم المشع.

غير أن السلطات الروسية أكدت بعد السقوط، أن تصميم السفينة مؤمَّن، ضد اختراق الغلاف الجوي ذهابا وعودة. وأن عبوات البلوتونيوم مصممة أساسا بحيث يمكنها تحمل هذه الظروف، حرصا على صحة البشر.

كما أن الفشل الروسي، يأتي في وقت تعاني فيه روسيا من تمزق سياسي، وعوز اقتصادي، لا يليق معه إقبال المسؤولين على مشاريع تتكلف الملايين، بينما تتضور بعض طبقات الشعب جوعا، وتستجدي الدولة المعونات من الآخرين. خاصة أن الاتحاد السوفييتي (السابق)، أطلق فيما مضى سلسلة متواصلة من سفن الفضاء نحو المريخ، مثل سلسلة زوند (Zond) التي توالت منها سبع سفن، ولم يجن من ورائها غير كم ضئيل من المعلومات، عن أسرار هذا الكوكب.

لذلك فإن كارثة فشل السفينة الروسية «مارس-1996»، أصبحت عقبة أمام مواصلة البحث عن أسرار المريخ.

غير أن الجهود الدولية، أفلحت في مواجهة هذه الموجة التشاؤمية، حيث استقر الأمر على تنسيق تعاون دولي لتنظيم خطوات جمع المعلومات المريخية.

ولأول مرة يتم التعاون بهذا الحجم، بين دول بعضها صغير وبعضها

كبير لتحقيق غاية واحدة وعلى هذا النحو.

فلقد انضمت إلى أمريكا وروسيا؛ كل من اليابان والنمسا وبلغاريا وألمانيا ومصر وبولندا وفنلندا والسويد وفرنسا وتشيكوسلوفاكيا وسويسرا، بالإضافة إلى وكالة الفضاء الأوروبية «إيسا» (ESA).

ولقد سبق لنا في الفصل السابق، الإشارة إلى فكرة «الحفار المصري»، وجهاز المقاومة الكهرومغناطيسية الروسي، فهذه خطوات على طريق التعاون بين هذه الدول لتحقيق التكامل في استكشاف المريخ.

وعلى نفس النهج مضت اليابان، حيث أعلن معهد علوم الفضاء والفلك الياباني، أن اليابان سوف تطلق سفينة فضاء للدوران حول كوكب المريخ في صيف عام 1996. وسوف تحمل السفينة اسم «بلانت ب» (Planet B)، وسيكون وزنها 250 كيلو جراما.

ومن المقرر أن اليابان ودول أوروبا الغربية، سوف تشارك الولايات المتحدة الأمريكية في تحمل نفقات المحطة المدارية العملاقة التي ستكون مركز الانطلاق إلى المريخ. والتقدير الابتدائي أن أكثر من عشرة آلاف عالم ومهندس وفني من (12) دولة، سيشتركون في تصميمها وتصنيعها وإعدادها.

الباب الثاني عشر

حفار مصري على المريخ

١٩ حفار مصري على المريخ

بداية الفكرة

بدأت قصة الحفار المصري المقترح اشتراك مصر به في استكشاف كوكب المريخ، بدعوة وجهت من الدكتور «أ. أ. جاليوف» المدير الأكاديمي لمعهد بحوث الفضاء الروسي (IKI) إلى وزيرة الدولة للبحث العلمي في مصر، لكي يتم تعاون علمي للمشاركة في مشروع الرحلة الروسية «مارس 2001».

والمعروف أن روسيا تتعاون مع كل من وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا»، ووكالة الفضاء الأوروبية «إيسا»، لوضع خطة هذه الرحلة المحدد لتنفيذها عام 2001.

والدور المطلوب من مصر أن تشارك به، يتمثل في إنتاج وتجربة «حفار»، يمكن أن يحفر في تربة وصخور المريخ حتى عمق لا يقل عن متر واحد.

وسبب اختيار مصر للقيام بهذه المهمة، هو أنها قامت في عام 1985 بإعداد وتجهيز آلة حفر متقدمة تكنولوجيا، لاستكشاف حفرة مراكب خوفو الثانية، بجوار الهرم الأكبر في صحراء الجيزة. وكان ذلك تحت إشراف العالم المصري الدكتور «فاروق الباز»، مع لفيف من العلماء الأمريكيين.

وقد لفت أنظار العلماء الروس إلى هذه الفكرة، الاقتراح الذي طرحه الدكتور «فاروق الباز»، أثناء مؤتمر الأمم المتحدة الرابع الذي عقد في نهاية 1994 بالقاهرة، وكان خاصا بعلوم الفضاء الأساسية.

وقد بنى اقتراحه على أساس نجاح مصر في استخدام حفار في عام 1985، لعمل ثقب في التجويف الأثري الذي اكتشفت فيه مراكب خوفو الثانية. وكان طول هذا التجويف 30 مترا واستخدم الحفار لأخذ عينة من هوائه، الذي رقدت فيه المراكب الفرعونية آلاف السنين، لمقارنتها بالهواء الموجود حاليا خارجه.

وكان قد تم تصميم وعمل الحفار القديم، بتعاون بين هيئة الآثار المصرية «والمنظمة الأمريكية لعلوم الغلاف الجوي والمحيطات»، المعروفة باسم «نووا» (NOAA). وكانت دقة أداء هذا العمل، تستلزم عدم السماح بتسرب أي هواء إلى داخل تجويف المقبرة التي رقدت فيها مراكب الشمس. وذلك حتى تكون العينة الهوائية التي تم الحصول عليها، ممثلة لما كان عليه الهواء أيام الفراعنة.

وكان من مهام الحفار أيضا، تصوير كل ما بداخل مقبرة مراكب الشمس. وكان قد صمم حفار مراكب الشمس، المهندس الأمريكي «بوب مورس»، وقد اتفق مع «الدكتور الباز» على أن يصمم «الحفار المصري» المقترح استخدامه على المريخ، بالمشاركة مع عدد من المهندسين المصريين العسكريين، ومعهم أيضا خبير روسي. وعلى أن يتم تصنيعه في الهيئة العربية للتصنيع بمصانعها بالقاهرة.

وتقدر التكلفة المبدئية للحفار الجديد بعشرة ملايين جنيه مصري، وسيكون وزنه حوالي كيلوجرامين. والمفروض أنه سيوضع على متن السفينة الروسية «مارسخود»، أو «مارس 2001».

كما اتفق على أن يتم اختبار الحفار، بعد إتمام تصنيعه في منطقة «شرق العوينات» في جنوب غرب الصحاري المصرية. حيث أثبتت صور الأقمار الصناعية في رحلات المكوك خلال السبعينيات، وجود مياه جوفيه تحت رمال هذه المنطقة[1]، وهو أمر يعتقد الدكتور الباز أنه مشابه لمناطق على المريخ.

---

(1) مسلم نوفل: مجلة ستالايات، 7 ديسمبر 96-ص 69.

تحول الأفكار إلى عمل

ولكي يخرج الموضوع من حيز التمنيات إلى دنيا الواقع، فقد أعد الجانب المصري، بالاتفاق مع ممثلي معهد بحوث الفضاء الروسي (IKI)، و «الجمعية الدولية لاستكشاف الفضاء» في ولاية كاليفورنيا الأمريكية، المواصفات الخاصة بالحفار المصري.

وقد بدأت الخطوات الأولى لهذه العملية الرائدة، على أساس أن يتم وضع التصميم الأولي للحفار في شهر سبتمبر 1997. وذلك بعد أن وقعت وزارة البحث العلمي المصرية، عقدا مع معهد بحوث الفضاء الروسي في سبتمبر 1996 لوضع هذا التصميم، وفقا للمواصفات التالية :

- عمق الحفر في التربة الرملية : متران
- عمق الحفر في التربة المتماسكة : 20 ملليمترا
- عدد ضربات الحفر : 5 ضربات في الدقيقة
- حجم ناتج الحفر في الحفرة الواحدة : 6,5 سنتيمتر مكعب
- حجم العينة التي تغذي وحدة التحليل : 0,049 سنتيمتر مكعب

ولكي يعمل المصممون والمصنعون المصريون على أسس علمية سليمة، فقد زود الجانب الروسي الجانب المصري بالمعلومات اللازمة عن:

- المواصفات الفنية لسفينة الفضاء الروسية «مارسخود».
- الظروف الطبيعية لكوكب المريخ.
- تركيب جو المريخ.
- المعادن التي توجد على سطح المريخ.
- الخصائص الحرارية والكهربية على المريخ.
- الخصائص الميكانيكية لتربة المريخ.

وستقوم «الهيئة العربية للتصنيع» في مصانعها بالقاهرة، بتصنيع الحفار وفقا لهذه المواصفات، مسترشدة بخبراء من الكلية الفنية العسكرية المصرية، ومعهد البحوث الفلكية والجيوفيزيقية المصري.

الهدف

وتأتي فكرة الحفار المصري، تدعيما للتطورات في علم (جيوفيزيقا الفضاء) التي أحدثت ثورة في تكنولوجيا استكشاف المياه الجوفية.

إذ هناك تشابه في الصور التي التقطتها سلسلة سفن «مارينر» وسفينتا «ڤايكنج 1 و 2» لمعالم سطح المريخ، مع الأودية الجافة بصحاري مصر.

وهناك رأي محتمل يقول إن المياه كانت توجد في الماضي فوق المريخ، ولكن المتغيرات المناخية أدت إلى تجميدها أو اختفائها تحت الرمال التي تثيرها العواصف. وهذا يماثل ما يحدث في صحاري مصر من هبوب رياح الخماسين، واختفاء كثير من المعالم تحت أكداس الرمال.

ولذلك فإن الحفار المصري سيختبر أداؤه، قبل إرساله إلى المريخ، عندما يحفر في رمال الصحراوات المصرية على أعماق مختلفة، في محاولة للتوصل إلى أي مواد عضوية أو أحماض أمينية أو بكتيريا حية أو ميتة.

وهذه التجربة تماثل تماما، ما سيقوم به فوق المنطقة القطبية المريخية، بالحفر للبحث عن نفس المواد تحت أكداس الثلج.

ولقد قام معهد بحوث الفضاء الروسي بموسكو، بتصنيع جهاز يزن حوالي كيلو جرام واحد لقياس المقاومة الكهرومغناطيسية لرمال وصخور المريخ، تحت اسم (Electromagnetic Sounder)، وستكون مهمته تحديد كميات المياه الجوفية بالمريخ وقياس أعماقها تحت سطحه.

وهناك اتفاق على تجربة هذا الجهاز أيضا في الصحاري المصرية، قبل إرساله إلى المريخ، حيث وجد أن منطقة شرق العوينات والواحات المصرية البحرية والداخلة والخارجة وسيوه والفرافرة، مناطق مثالية لإجراء هذه التجارب[2].

تحليل وتعقيب

إن هذه الخطوة البناءة، تعتبر دخولا عمليا في بحوث الفضاء، يتسم بجدية، نرجو لها النجاح. حيث إنها خطوة جريئة، لم تعتمد على استيراد التكنولوجيا. ولم تعتمد على القفز العالي إلى تكنولوجيا شديدة التعقيد لا تمتلك منها مصر-كدولة نامية-غير قدر محدود. وهي في نفس الوقت لم تغرق في الابتعاد عن مجريات العصر، وما يتم فيه من تطور. واغتنمت واحدا من الإنجازات التي ستتم في أوائل القرن الحادي والعشرين، ولها

(2) مسلم نوفل: مجلة العلم-القاهرة-يناير 1997.

أهميتها العلمية.

ومن أنجح الخطوات التي تمت على نفس المسار، أن مصر، بهذه القفزة، لم تشأ أن تعمل منفردة، بل اختارت أن تعمل تحت مظلة تعاون دولي، فلا شك في أن هذا سيعطي خبرة عريضة للكوادر المصرية التي ستعمل في هذا المضمار، وسوف تتيح لهم فرصة انفتاح عالمي على الخبرات والأساليب العلمية المعنية بشؤون الفضاء. وهي خبرة ما أحوج العرب إليها في كثير من المجالات.

والذي لا شك فيه أن عجلة الصناعة المصرية، ستزداد خبرة في مجال جديد لم تطرقه من قبل، لو قيض لهذا المشروع النجاح. حيث ستكون قد حققت فتح أبواب الصناعات الدقيقة، التي تجمع بين الصناعات الميكانيكية والكهربية والكيماوية والبصرية والإلكترونية والحرارية. وأعطت الثقة في أن العرب ليسوا في حالة تخلف دائم عن ركب التقدم العلمي والصناعي، وأنهم قادرون على خوض المجالات العالمية في ثقة... وبجدارة.

الباب الثالث عشر
عقبات على الطريق

20 عقبات على الطريق

ما زال الهبوط على المريخ حلما، لم تتبلور خطته بعد، ودليل ذلك أن العلماء ما زالوا في حاجة إلى مزيد من المعلومات، يَجدّون في الحصول عليها. وهم ما زالوا يلهثون وراء معطيات سفن الفضاء، واحدة إثر الأخرى، يستخلصون منها بعضا مما يريدون.

والطريق ليس مفروشا بالورد، ففيه وقفات أو مطبات تشكل عقبات كأداء في حاجة إلى حلول جذرية، وأسلوب التغلب على أكثرها ما زال مفتقدا. ولعبور كثير من الحواجز القائمة حاليا، يحتاج العلماء إلى قدر كبير من الشجاعة. وإذا ما اهتدوا إلى سبيل، أو بارقة أمل علمي على طريق الحلول، فإن أمامهم عنصرا لابد أن يضعوه في الاعتبار، وهو عنصر الزمن. فالحلول لا تأتي بضغطة زر، والتطور من حال إلى أحسن، أمر لا تقرره النوايا الطيبة وحدها، ولكن يفرضه الأسلوب العلمي في المعالجة، خطوة إثر أخرى. وشأن كل العقبات التي تغلب عليها العلماء في شتى العصور، فإن الحلول تأتي تباعا، تتهادى في غير ما عجلة، وفي بطء يدعو أحيانا إلى الملل.

ولذلك فإن الطريق إلى المريخ، لابد أن يسلك

نفس السبيل، بأسلوب الخطوة-خطوة. مستغلا في ذلك بعض الخبرات السابقة التي أفرزتها رحلات الفضاء المأهولة وغير المأهولة، وخاصة تلك التي تميزت بطول مددها. فهناك قدر لا يستهان به من النتائج التي توصل إليها العلماء في دول متعددة، عبر قرابة أربعين سنة، أتت بعد التغلب على كثير من العقبات التي كانت كأداء. سواء بحلول جريئة استحدث فيها «العلم» وسائل لم تكن معروفة، أو استحدثت فيها «التكنولوجيا» أجهزة ومعدات وقياسات لم تكن متيسرة. أو استحدث فيها «التدريب» أساليب لم تُجرّب من قبل، فأصبح «التعود» أو «تعويد» الرواد عليها، واحدا من الحلول التي يجب أن توضع في الاعتبار. فالقدرات البشرية، يمكن أن تنمو، وأن تتطور، بطول المران وطول مدد التدريب.

وإذا ما تأملنا في السيناريوهات التي استعرضناها من قبل، والتي ابتكرتها عقول قفزت إلى المستقبل لرسم طريق للوصول بإنسان إلى المريخ، نجد أن بعضها قد يكون تهويمات وخيالات، بعيدة عن دنيا الواقع الراهن. لكن الأحلام تسبق الواقع دائما، وأحلام الأمس هي حقائق اليوم، وأحلام اليوم هي حقائق الغد بلا شك.

وعلى درب التطور، مع الإمساك بأطراف خيوط الواقع، أتت هذه السيناريوهات للوصول إلى المريخ، كما استعرضنا بعضا منها في الأبواب السابقة. ولكن احترام أسلوب الخطوة-خطوة، كان سمة مشتركة بينها. ولذلك استهدفت كلها أن يبدأ المهتمون بأمر هذه الخطط، في توخّي التدرج المنطقي، بالبدء في استكمال عناصر المعلومات الناقصة، والتدقيق في الحصول على تفاصيل أكثر حول كل منها. فكلما فاضت المعلومات، تفتقت الأذهان عن أساليب جديدة. وكلما زادت مقاديرها، وتعددت طرق الحصول عليها، خرج من ظلام المجهول ضوء يشير إلى حل لم يكن يخطر على البال.

ثم كانت التوصية بأن تكون الخطوة المنطقية الثانية، هي جس تربة الكوكب، وإحضار عينة منها على الأرض، دون رواد. وذلك حتى يتيسر إجراء التحاليل اللازمة بجميع أنواعها، وبكل الوسائل.

بعد ذلك يمكن أخذ القرار، بإرسال سفن مأهولة إلى المريخ على ضوء ساطع، وباطمئنان وثقة.

ولا شك في أن المهام التي سيكلف بها الرواد المريخيون، يجب أن توضع

بتخطيط ودقة، لأنها تختلف في كثير من جوانبها عن المهام القمرية والفضائية السابقة.

العقبات المتعلقة بصواريخ الدفع

إذا ما استعرضنا العقبات التي سبق أن خطط العلماء لتذليلها، نجد أن بعضها كان مغرقا في القدم، وسبق إجراء كثير من المحاولات لاجتيازه، فعلى سبيل المثال، فإن أكبر عقبة عند بدء التفكير في استكشاف الكواكب، كانت هي صواريخ الدفع التي يمكن أن ترفع السفن إلى مدارات عالية، لأن الموجود منها كان ذا قدرات متواضعة.

فقد كانت وسائل الدفع التقليدية هي الصواريخ التي تعمل بنظام الاحتراق الداخلي، أي بحرق الوقود سواء الجاف أو السائل. وكانت المشكلة الكبرى أن الوقود نفسه، يمثل حملا ثقيلا، إذ كان يلزم وضع كميات كبيرة منه في مستودعات الصاروخ، وما زال هذا الأمر يشكل قيدا على الانطلاق إلى أعالي الفضاء بحمولات أكبر. ولذلك بدأت الجهود العلمية منذ زمن مبكر في عقد الستينيات، في التفكير في إنتاج صاروخ نووي لتكون قدرته عالية. وأطلق على المشروع الأمريكي اسم «نيرفا» (N. E. R. V. A) اختصارا لعبارة (Nuclear Engine Rocket Vechicle Application)، ووضع له تصميم قدرته 1100 ميجاواتٍ[1]. ورغم بدء الإنتاج والمضي في التصميم، فإن المشروع أوقف وأُلغي عام 1972، بعد أن تمت الاختبارات الأولى له.

وفي عقد الثمانينيات صعدت على السطح مشروعات صواريخ أمريكية تعمل بالانشطار النووي. كان أولها مشروع يحمل الاسم الرمزي «الريح الخشبية» (Timber Wind). وقد تم دمجه مع مشروع صاروخ عسكري كان يقوم بأبحاثه سلاح الجو الأمريكي، تحت اسم «الدفع الحراري النووي في الفضاء» (S. N. T. P) .(Space Nuclear Thermal Propulsion). وترتكز الفكرة الأساسية لهذا النظام، على الحصول على الطاقة الحرارية من مفاعل نووي يتكون من آلاف من خلايا الوقود المتراصة على شكل أسطواني. ويندفع وسطها غاز الهيدروجين الذي يمتص الحرارة الناتجة من الانشطار

---

(1) سعد شعبان: الطريق إلى القمر ـ الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر-1971، ومطبوعات تهامة السعودية-1985.

النووي داخل خلايا الوقود، التي تصل درجة حرارتها إلى (2750) مئوية. الأمر الذي ينتج عنه دفع الصاروخ بقوة تعادل عدة أضعاف قوة دفع صاروخ من نفس الحجم، يعمل بحرق الوقود السائل أو الجاف.

ويتكون المفاعل النووي من (61) أسطوانة، تحوي الوقود النووي. وقد صممت هذه الأسطوانات من سبائك «كربيد-اليورانيوم» المغلف بالجرافيت والسيراميك، حيث يمكن لهذه السبائك مقاومة الحرارة العالية، مع الاحتفاظ التام أيضا بالإشعاعات الناتجة عن الاحتراق النووي. ويحيط بهذا التكوين من الخارج كتلة معدنية تعمل عمل المهدئ، ولا تسمح للتفاعل المتسلسل نتيجة للانشطار النووي، بأن يتعدى حدود هذا التسلسل، المتحكم فيه.

وقد تمت تجربة إطلاق هذا الصاروخ النووي عام 1994.

وعلى الجانب الآخر في عالم الصناعات الفضائية المتطورة، ونعني به الجانب السوفييتي، فإنه خلال عقدي السبعينيات والثمانينيات، كانت هناك نجاحات باهرة، لم يعلن أغلبها، عن عمد. فقد كان الاتحاد السوفييتي (السابق) يملك قدرات صاروخية كبيرة، استطاعت أن ترفع حمولات تجاوزت (160) طنا إلى مدارات حول الأرض. ومثل هذه الحمولات تعادل ستة أو سبعة أضعاف، ما كانت تستطيع حمله أقوى الصواريخ الأمريكية. وكان السوفييت بصدد تطوير صاروخ نووي ضخم زنته (20) طنا، ليكون أفضل بكثير من الصواريخ الكيماوية، وليكون قادرا على حمل حمولات كبيرة إلى المريخ، ثم العودة منه إلى الأرض.

ويعتبر المحرك النووي الذي كان السوفييت يعدون لاستخدامه، من أكثر معداتهم المتطورة، وأكبرها قدرة، وربما كان هذا الفارق بين الدولتين العملاقتين في الصناعات الفضائية، هو السبب الخفي الذي جعل الولايات المتحدة الأمريكية توقف مشروع الصاروخ «نيرفا» فجأة عام 1972. نظرا للتقدم السوفييتي الكبير والصامت في هذا المجال، والذي جعل الاتحاد السوفييتي قادرا على رفع المحطة المدارية «ساليوت» ثم «مير».

لكن كل هذه الأفكار الخاصة بتطوير القدرات الصاروخية، كانت مكبلة بقيد ضرورة حمل الوقود اللازم للوصول إلى المريخ، وأيضا ما يكفي منه للعودة إلى الأرض. وهذا بلا شك يفرض قيدا على وزن الصاروخ، بما يجعل هذا الوزن مضاعفا.

غير أن فكرة ذكية، طرأت على بال المهندس الأمريكي الشاب «روبرت زوبرين». وتقوم هذه الفكرة-التي سبق أن أوضحنا تفاصيلها في الباب التاسع-على إرسال حمولة وقود برحلة غير مأهولة، تسبق وصول الرواد إلى المريخ، ولتكون جاهزة للاستخدام عند عودتهم إلى الأرض. وترتكز الفكرة أساسا على توليد غاز «الميثان» على سطح المريخ نفسه، ليستخدم كوقود.

التجارب الطبية

في كثير من رحلات الفضاء المأهولة، كان الرواد يكلفون بإجراء تجارب طبية محدودة، لدراسة القدرات البشرية، والتأقلم مع الظروف الفضائية، وخلال الرحلات الفضائية الطويلة، كانت التجارب الطبية تشغل من تكليفات الرواد قدرا كبيرا. وعلى سبيل المثال فإنه في «معمل السماء» الأمريكي «سكاي لاب» (Sky Lab) الذي التحمت به ثلاث مجموعات من الرواد بسفن من طراز «أبوللو»، كانت قائمة التجارب التي كلف الرواد بإجرائها على مدى (168) يوما، تضم (270) تجربة متنوعة. منها (28) تجربة طبية صمم لتنفيذها (18) جهازا طبيا جديدا.

وكانت الأغراض الرئيسية التي يود العلماء دراستها، على سبيل المثال لا الحصر، هي دراسة[2] :

- تأثر نبضات القلب وضغط الدم بالفضاء.
- آثار الجاذبية العكسية على نصف الجسم السفلى.
- تكون خلايا الدم، وتحللها.
- معدلات ترسيب المعادن في العظام.
- تقييم السعرات الحرارية للطعام، ومدى ملاءمتها لبناء خلايا الجسم.
- آثار النوم، ودلائله.
- المؤثرات على التنفس واستهلاك الأوكسجين.
- كميات ثاني أوكسيد الكربون، ومعدلات طرده في الزفير.
- الإشارات الصادرة من المخ وإليه.
- المؤثرات النفسية على الرواد.

(2) سعد شعبان: الطريق إلى الكواكب-الهيئة المصرية العامة للكتاب 1990.

وكذلك كان الشأن مع الرواد السوفييت، الذين قاموا برحلات أطول مما قام به الأمريكيون، في المحطات المدارية «ساليوت»، ثم «مير».

وكانت لديهم خبرات أكثر في هذا المجال، كما كانت لديهم مشاكل يبحثون لها عن حلول.

ومن أجل تنفيذ التجارب الطبية، كانت أجسام الرواد أو ملابسهم الداخلية، تترصع في كثير من الأحوال بكبسولات، هي في حقيقتها نقط قياس وتسجيل، تنقل إلى الأجهزة الطبية القياسات المطلوبة من ضغط وحرارة وعدد نبضات، وكميات إفرازات الغدد، أو انسياب الإشارات إلى المخ.

وفي بعض الرحلات كان أحد أفراد أطقم الرواد طبيبا متخصصا، يكلف بمهام خاصة دقيقة لإجراء التجارب الطبية، أو بعلاج زملائه إذا ألم بهم مرض.

وفي رحلات أخرى، كانت المهام الطبية، توكل إلى أحد الرواد، الذي سبق تدريبه على الأرض للقيام بالمهام الطبية، أو إجراء الإسعافات الأولية لزملائه.

وفي بعض الرحلات الطويلة، وضعت في السفن أجهزة ذات طبيعة خاصة، مثل «الدراجة الثابتة» التي وضعت في معمل السماء الأمريكي «سكاي لاب»، لكي يعمل الرواد عليها بأيديهم، بينما أرجلهم تعلو أجسامهم متجهة إلى أعلى، لكي ينشطوا الدورة الدموية. وفي كل الرحلات الفضائية، تزود سفن الفضاء بصيدليات تحوي القدر اللازم من العقاقير والأدوية والأدوات واللوازم الطبية، لإجراء الإسعافات الأولية.

ولقد أعقب إجراء التجارب الطبية في سفن الفضاء، الاتجاه إلى تأكيد نتائجها، وخاصة بعد أن طالت مدد البقاء في الفضاء حتى عدة شهور. ولقد نجح مكوك الفضاء الأمريكي في إنهاء رهبة الدوران في الفضاء، وتحول شكل سفينة الفضاء إلى شكل الطائرة. وقد تكررت رحلات المكوك، وأصبح معدل إطلاقه يكاد يكون شهريا، حاملا أطقما مختلفة من الرواد يتراوح عددهم بين أربعة وثمانية رواد.

ومن محاسن المصادفات أن «رائد الفضاء العربي الأول» الأمير (سلطان بن سلمان)، الذي كان أحد رواد المكوك «ديسكفري» عام 1985، ومصاحبا

لإطلاق القمر الصناعي العربي الثاني «عربسات ا-ب». وكان مشاركا لزميل آخر، هو الرائد الفرنسي «باتريك»، وساعده في القيام بتجارب طبية، ولذلك فقد أنعم عليه الرئيس الفرنسي ميتران بوسام. بعد الرحلة.

الأعراض الصحية

للفضاء طبيعة خاصة، إذ تنعدم فيه الجاذبية، وتشيع في طبقات منه إشعاعات بعضها مميت. كما أن الحرارة في هذه الطبقات منخفضة، والمكونات الغازية شبه منعدمة. لذلك فإن وجود الرواد فيه أمر له محاذيره، وشروطه لضمان سلامتهم. وهناك مؤثرات وأعراض صحية ملازمة للوجود في الفضاء[3]، ومن أهمها:

ا-دوار الفضاء (Space Sickness)

مثلما يتعرض ركاب البواخر والسفن البحرية لدوار البحر، لوحظ أن نسبة تتراوح بين 50 و 80٪ من رواد الفضاء، يتعرضون للدوار والدوخة والغثيان والميل إلى التقيؤ والإحساس بالصداع، وخاصة في الأيام الأولى للرحلة الفضائية.

وقد عمد بعض الأطباء إلى معالجة ظاهرة، «دوار الفضاء»، بإعطاء الرواد أنواعا من العقاقير، تنهي هذه الأعراض. ولكن بعضهم الآخر يخشى من هذا الأسلوب خوفا من الآثار الجانبية لهذه العقاقير. وخاصة إذا كان رائد الفضاء مكلفا بأداء مهام يدوية أو تجارب تحتاج إلى قدرات ذهنية مركزة. فقد لوحظ أن بعضهم مثلا، فشل في القيام بمهمة المشي في الفضاء خارج السفينة، أو قصّر في عمل بعض الخطوات اللازمة، قبل هبوط مكوك الفضاء إلى الأرض.

لذلك يفضل لفيف آخر من الأطباء اللجوء إلى أسلوب «التعويد المسبق». أي التدريب على التعرض للأحوال التي تحدث لرواد الفضاء مقدما، وبأكثر من أسلوب، عند القيام بالتدريبات الأرضية، وذلك حتى يكتسب رواد الفضاء مناعة ضد هذا الدوار.

لكن بعض الأطباء، يرون أن التغلب على «دوار الفضاء»، أمر لا تحسمه

(3) سعد شعبان: الحياة في سفينة فضاء-الهيئة المصرية العامة للكتاب-1995.

الأدوية، أو الأطعمة، أو التدريبات، بل يجب اللجوء إلى توليد «جاذبية صناعية». ومن هؤلاء العالم «جون بيللينجهام» (John Billingham)[4].

2-اضطراب الدورة الدموية

لوحظ في بدء رحلة الفضاء، أن القلب يعمل على خفض عدد نبضاته. وحتى بعد انقضاء الأيام الأولى من الرحلة، يظل النبض أقل من المستوى العادي. ويتقلص حجم البطينين في عضلة القلب، فيؤثر ذلك بدوره في القصبة الهوائية في الرئة، وشعيباتها فتنقبض هي الأخرى. كما يؤثر أيضا في الجهاز الهضمى فتتقلص الأمعاء، وعلى المثانة فتتكمش.

كما أن اندفاع الدم إلى الرأس، يؤدي إلى عملية أخرى، إذ يضعف إفراز الهرمونات التي تنظم عمل أجهزة الجسم الداخلية مثل الكليتين، وينتج عن ذلك ميل رائد الفضاء إلى التبول على فترات متقاربة. وقد يحدث لبعضهم اضطرابات في الرؤية، أو عدم التمييز الدقيق للألوان.

بيد أن هذه الظواهر، قد لا تستمر طوال الرحلة، وقد تختفي بعد مرور أقل من أسبوع، وفي المتوسط أربعة أو خمسة أيام. إذ يكون إفراز الهرمونات قد انتظم، وأدى بدوره إلى انتظام عمل أجهزة الجسم الداخلية.

ومن أجل معالجة «هروب الدم» من نصف الجسم السفلى، أثناء الرحلة الفضائية، وضعت دراجة ثابتة في معمل السماء الأمريكي (سكاي لاب) عام 1973، وسمح بذلك حجمه المتسع. وكان كل رائد فضاء، عندما يشعر بأعراض انسحاب الدم التي أشرنا إليها، يعمد إلى تنشيط الدورة الدموية بالعمل على الدراجة، مثبتا رجليه إلى أسفل، أو يديه بينما ترتفع قدماه أعلى الدراجة.

وفي إحدى رحلات المكوك «أطلانتس» في أغسطس 1981، توصل العلماء إلى تجربة جهاز جديد يعمل على جذب الدم من أعلى الجسم إلى الساقين، ويمنع الدوار الذي يشعر به رواد الفضاء عقب عودتهم إلى الأرض بعد رحلات طويلة. وقد نجح هذا الجهاز في استعادة رواد الفضاء لحالة التوازن بعد انتهاء الرحلة.

ومن الأهمية بمكان، الإشارة إلى أن إعادة تشكيل خلايا العضلات

(4) The Christian Science Monitor-September, 7-13 1985.

المعروفة على الأرض، مفتقدة في الفضاء، وهذا ما يؤدي إلى تحرر أنسجة جسم الرواد، خلال الرحلات الفضائية من قوى الشد المستمرة. وهذا بدوره يحدث نوعا من التأثير السلبي على التماسك بالمسافات الدقيقة الفاصلة بين الأوردة والشرايين، وبين خلايا الأنسجة المحيطة بها. الأمر الذي يعبر عنه الأطباء باصطلاح «فقد النغمة العضلية» (Loosingtone).

ومن أهم الأعراض الأخرى التي يعاني منها رواد الفضاء أثناء الرحلة، الشعور بثقل في الرأس وإحساس بالانتفاخ في الوجه، وتضخم الأكتاف. وهو شعور مثل شعور الإنسان الذي يعلق من قدميه ورأسه مدلى إلى أسفل. ومرد ذلك إلى التغييرات التي تطرأ على الدورة الدموية من جراء التعرض لانعدام الجاذبية، لأن الدم والسوائل الأخرى التي في الجسم، تندفع من الجزء السفلي إلى الجزء العلوي، فيشعر رائد الفضاء بانتفاخ في الوجه وثقل في الأجفان وشعور بهروب الدم من الأطراف السفلى. ويؤدي اندفاع الدم نحو الرأس، إلى تحريض الجهاز العصبي، فيقوم الدماغ بإصدار الأوامر إلى عدد كبير من أجزاء الجسم، ومنها القلب الذي يخفض عدد نبضاته. ويؤثر ذلك أيضا في القصبة الهوائية والجهاز الهضمي وتقلص الأمعاء ويحدث انكماشا في المثانة. ومن جهة أخرى فإن اندفاع الدم إلى الرأس يؤدي إلى إضعاف الهرمونات المكلفة تنظيم أجهزة الجسم الداخلية، كالكليتين اللتين تتوقفان عن الاحتفاظ بالماء وبالأملاح، فينشأ عن ذلك الرغبة في التبول على فترات قصيرة. وهذه الظواهر التي يتعرض لها رواد الفضاء، لا تظهر إلا خلال الأيام الأولى للرحلة، وقد لا تزيد على أربعة أيام. ثم ينتظم بعد ذلك إفراز الهرمونات، التي تنظم بدورها عمل الأجهزة الداخلية للجسم.

ويتعرض قلب رائد الفضاء في الأيام الأخرى للرحلة، لتغير في نظام النبضات التي تصبح ذات إيقاع غير منتظم. ثم يعود القلب إلى الانتظام. ولكن يقل عدد النبضات عن المعدل العادي، كما يرتفع ضغط الشريان، ويتقلص حجم بطيني القلب. وقد لوحظ أن بعض الرواد يصاب باضطرابات قلبية عند بذل أي جهد، نظرا لنقص كميات البوتاسيوم في الطعام.

كما لوحظ أن ظاهرة «خفقان القلب» تكون سائدة في بداية الرحلات، وكذلك قبل هبوط الرواد إلى الأرض.

وقد تعمق بعض المتخصصين في طب الفضاء، في دراسة تأثيرات الفضاء في إنتاج كرات الدم الحمراء.

من هؤلاء الدكتور «كليرانس الفروي» من جامعة تكساس الذي جاء في بحث له: أن الجسم يتوقف عن توليد الكريات الحمراء في الدم، بمجرد خروجه من مجال الجاذبية الأرضية. وقد وجد أن هذا الانخفاض قد بلغ ١١٪ خلال رحلة دامت تسعة أيام. وقد علل ذلك بأن حالة انعدام الوزن، تحصر الدم في مركز الجسم البشري، وتخدع الجسم بأن تجعله يعتقد أن لديه كميات كبيرة من الدم. ولذلك يتوقف الجسم عن توليد كريات الدم الحمراء. ويؤدي ذلك إلى تدمير بعض الخلايا في نخاع العظام التي كانت على وشك الانطلاق. وقد اكتشف الدكتور «كليرانس» أيضا، وجود مستويات خفيفة من هرمون يسمى «إيرثروبوتين» (Erythropoeitin) الذي يتولد في كبد رائد الفضاء، والذي يعتبر مسؤولا عن توليد كريات الدم الحمراء فيه. وقد استنتج من ذلك أن هذا الانخفاض، له تأثيره على عظام الرواد.

3- هشاشة العظام

تؤدي حالة انعدام الوزن في الفضاء، إلى ضعف ترسب عنصر الكالسيوم في الجسم بالقدر الطبيعي. وهذا ما يمكن تفسيره بأنه نقص في معدل التمثيل الحيوي لعنصر الكالسيوم، وقلة تأثير فيتامين (د) البنائي في العظام. وهذا ما يحدث ظاهرة مرضية يطلق عليها اسم «مسامية العظام» أو «هشاشة العظام». نتيجة حدوث تخلخل في البناء التكويني للعظام، بما يجعله هشا أو سهل القابلية للكسر.

والمعروف أن هناك نوعين من خلايا العظام، أولهما الخلايا الجديدة «المولدة»، والثاني هو الخلايا «الهادمة»، وتعمل على إتلاف العظام غير المرغوب فيها. وفي مراحل العمر الأولى، يقوم النوع الأول بعمليات البناء. بينما عند تقدم العمر أو بلوغ الشيخوخة أو الرقاد لمدد طويلة في الفراش، يرتفع نشاط الخلايا الهادمة، وتحدث ظاهرة مسامية العظام، أو انسحاب الكالسيوم منها. وقد قام علماء سوفييت بقياس نسبة فقد الكالسيوم من عظام رائد فضاء أتم رحلة مدتها ثمانية شهور، فوجدوها ١٥٪.

وقد فسر بعض العلماء، هذه الظاهرة، بسبب قلة استخدام العضلات

والمفاصل والعظام، لقلة حركة الرواد داخل سفن الفضاء. واعتقد بعضهم أن السبب قد يعزى، إلى قلة البروتينات في غذاء الرواد، أو بسبب اضطراب في إفراز الهرمونات التي تتحكم في اتزان السوائل والأملاح، في مسام العظام.

4-استطالة العمود الفقري

من الظواهر الصحية التي لاحظها العلماء السوفييت، أن رائد الفضاء الذي ظل في المحطة المدارية «مير» 326 يوما، قد زاد طول قامته بمقدار نصف بوصة أي حوالي (1,25) سنتيمتر. وعُزي ذلك، إلى أن انعدام الوزن وقوى الجاذبية في الفضاء، قد قلل من قوى الترابط بين عضلات الظهر، وعظام العمود الفقري، الأمر الذي نتج عنه استطالة القامة بهذا المقدار.

وقد اعترض علماء آخرون على هذا التفسير، باعتبار أن هذه الظاهرة معروفة لدى الأطباء على الأرض، بالنسبة للإنسان العادي. فعند الاستيقاظ في الصباح، يكون طول الشخص عادة أكبر منه في المساء السابق. لأن استلقاء الشخص أثناء النوم في وضع أفقي، أو في حالة استرخاء، أقرب ما يكون إلى حالة انعدام الوزن التي تحدث في الفضاء. وتتساوى كميات الدم التي تصل إلى الدماغ من القلب، مع الكميات التي تصل إلى الأطراف.

وهذا ما يتعرض له رواد الفضاء، بعد الرحلات، إذ سرعان ما تعود أطوالهم إلى حالتها الطبيعية بعد عدة أيام.

5-اضطراب الإيقاع البيولوجي

إن سرعة رؤية رائد الفضاء لتعاقب الليل والنهار على الأرض، تجعل الأداء العقلي لرائد الفضاء في حالة غير متزنة، لأن الفضاء يسوده ظلام حالك. والرائد يرى نصف الأرض مظلما، ونصفها الآخر مضيئا. ولكنه في دورانه حولها، لا يستطيع أن ينسب وجوده إلا إليها. ولذلك يتعلق بصره بالخط الفاصل بين الليل والنهار، والذي يراه في كل دورة مرة واحدة. ولكن رؤيته للخط الفاصل على الأرض تتكرر كل بضع دقائق، وأحيانا قد لا تزيد على ثلاثة أرباع الساعة. ولذلك يتعرض رائد الفضاء لنوع من الإجهاد العصبي والنفسي والذهني، الذي يؤدي إلى اضطراب فترات نومه.

ولذلك غالبا ما تتحدد فترات الراحة والنوم للرواد، بتعليمات من الأرض، ويؤدي ذلك مع المشاعر النفسية والحسية الأخرى، إلى حالة من الاضطراب البيولوجي، الذي تعارف العلماء على تعريفه باسم «الإيقاع البيولوجي للجسم»، أو «الساعة البيولوجية». وهي العامل المؤثر الذي يجعل الإنسان معتادا على الإحساس الداخلي، بحاجته إلى النوم قرب ساعات معينة، كل يوم.

6-التعرض للالتهابات

يتعرض رواد الفضاء لكثرة حدوث التهابات جرثومية في الفم والأنف والحنجرة والعين والجلد، أكثر من المعتاد. ولقد قام لفيف من الأطباء بفحص الرواد قبل وبعد الرحلات، فتبين من نتيجة هذه الفحوص، أن بعض أنواع الجراثيم قد أصبحت أكثر فاعلية بعد الرحلة، مما كانت عليه قبل الصعود للفضاء. وخاصة الجراثيم الفطرية التي توجد في الحنجرة.

وقال البعض أن انعدام الوزن في الفضاء، يحدث نوعا من التنشيط أو الإثارة لهذه الجراثيم.

7-الشعور بالإجهاد

يفقد رواد الفضاء بعضا من وزنهم، أثناء الرحلات ويؤدي هذا النقص إلى فقد بعض السوائل من خلايا الجسم، وإلى فقد جزء من البروتين. وقد لوحظ أن أغلبية الرواد، يتعرضون لاضطرابات قلبية منشؤها الجهود الكبيرة التي تبذلها أجسامهم، للتأقلم مع طبيعة الحياة في الفضاء. ومرجع تلك الأعراض إلى نقص عنصر البوتاسيوم، الذي يلعب أهم دور لحفظ التوازن في خلايا الجسم، بين ما بها من ماء وصوديوم.

ومن أجل التغلب على هذه الظاهرة، نصح العلماء السوفييت رواد الفضاء بتجرع لترين من الماء المذاب فيه الملح، قبل انتهاء الرحلة بنصف ساعة، ليعود إليهم توازنهم قبل ملامسة الأرض.

8-الهلوسة وجنون الفضاء

من الحقائق العلمية الثابتة، أن تقلب مزاج الإنسان على الأرض يتأثر

إلى حد كبير بمنازل القمر. ذلك أن احتواء جسم الإنسان على الماء بنسبة 80٪ تقريبا، يجعله متأثرا بجذب القمر للسوائل والمواد المائعة على الأرض. وبالتالي فإن وجود السوائل في جسم الإنسان بهذه النسبة الكبيرة، يجعلها عرضة للتأثر بكون القمر بدرا أو هلالا تماما كما يحدث في ظاهرة المد والجزر، في بحار ومحيطات الأرض تماما.

وأكثر أجزاء جسم الإنسان تأثرا بجاذبية القمر، هو المخ، لأنه عائم في سائل. وأنسجة المخ نفسه، تتكون من مواد مائعة، ولذلك فإن المخ يتأثر بجاذبية القمر شأن كل شيء على الأرض، بما يجعل دورة المزاج، أو حالة الاتزان العقلي مرتبطة إلى حد كبير، بتعرض جسم الإنسان ومخه لشدة أو ضعف جاذبية القمر، للموائع على الأرض.

وقد تأكد العلماء من ذلك بنقل بعض الناس من مناطق استوائية إلى مناطق قطبية، حيث تزداد الجاذبية، فوجدوا اختلافا بينا في سلوكهم. ومن ثم فمن السهل استنتاج أن حالة انعدام الجاذبية في الفضاء، هي الأخرى لها تأثيرها على مدى الاتزان العقلي لرائد الفضاء.

كما أن العوامل الطبيعية الموجودة في الفضاء والتي تعطي الإحساس بالعزلة الاجتماعية، بالإضافة إلى عوامل الرهبة النفسية، التي تلعب فيها العتمة والظلمة الدائمة، وافتقاد الاتجاه في الفضاء والإحساس بالخوف من الضياع وعدم العودة للأرض، والتعرض لمخاطر لا يتعرض لها الآخرون، تجعل مزاج (Mood) رواد الفضاء في حالة اضطراب وقلق، وتنعكس على كثير من تصرفاتهم العصبية والحسية.

ولا شك في أن الحالة المزاجية لرائد الفضاء، تتفاوت في بدء الرحلة، عنها بعد ذلك، لأن الجسم يتأثر سريعا بتناقص قوى الجاذبية أثناء عملية الإطلاق. ثم يلي ذلك الإحساس المفاجئ بفقد الجاذبية. وقد تمت دراسة هذه الظاهرة المتعلقة بثقل الجاذبية ثم غيابها، بوضع أقطاب كهربية فوق عيون الرواد وحول رؤوسهم، لتسجيل أدق التغيرات التي على حركة العين. ودراسة العقد الخاصة بالأحبال العصبية المؤدية إلى الرأس، لقياس ردود الفعل عند تغير الظروف.

وإذا ما تركنا الحالة المزاجية جانبا، فإن الحالة العصبية لرواد الفضاء تأخذ أحيانا مظاهر حادة. تتراوح بين التخيلات غير القائمة على أساس،

والتي يمكن أن نطلق عليها اسم «الهلوسة». وتصل أحيانا إلى حد الخروج عن الشعور، والتحول إلى «العدوانية». وهناك أمثلة عديدة على ذلك حدثت خلال بعض الرحلات، فعلى سبيل المثال، خلال إحدى رحلات برنامج «ميركوري» زعم رائد فضاء أمريكي، أنه يرى بالعين المجردة أهرام الجيزة في مصر، وبعض المنازل والمباني! وكانت سفينة الفضاء تدور وقتئذ على مدار متوسط ارتفاعه 150 كيلومترا. وانتهى الأطباء إلى التأكد من إصابته بتوتر عصبي، نتيجة لضغط الدم المنخفض الذي يصاحب انعدام الوزن.

وفي إحدى رحلات برنامج «أبوللو» الأمريكي، اشتبك رائد الفضاء في مناقشة حادة مع علماء محطات المتابعة على الأرض، دلالة على إصابته بتوتر عصبي. وقد دل على ذلك قوله لهم «إنكم لا تدركون ما نراه حولنا، وما نحس به من أهوال، وتصدرون تعليمات لا نحس إلا بتفاهتها!!».

وهناك مثال آخر، حدث من رائدي فضاء سوفييتيين عام 1982، كانا قد قضيا في المحطة المدارية «ساليوت-7» (211) يوما. وقبيل الموعد المحدد لهبوطهما هبت عاصفة ثلجية، قدر المسؤولون أنها تهدد عودتهما بمخاطر، فأمروهما بالبقاء داخل المحطة أسبوعا آخر. فأصابهم ذلك الأمر «بحدة طبع» زائدة، وأصرا على المجازفة بالهبوط وسط العاصفة، برغم ما في ذلك من مخاطر.

وقد استقر رأي العلماء الأمريكيين على اختيار منطقة القطب الجنوبي، لتدريب رواد الفضاء الذين يختارون للرحلات الفضائية الطويلة. حيث تتشابه ظروفها المناخية والطبيعية، بما يتعرض له الرواد في سفنهم من حيث العزلة، والظروف الجوية القاسية وغير الطبيعية، التي تعطل في كثير من الأحيان وسائل الاتصال بالعالم الخارجي. وقد اجتاز كثير من الرواد الذين أوفدوا في هذه البعثات التدريبية، هذه الظروف القاسية بنجاح. وخاصة ما يتعلق بحالة «الرتابة» التي يمكن أن تتبلد معها الأعصاب. وإن كانت الأسابيع الطويلة التي قضاها بعضهم في ظلام الشتاء في هذه المنطقة، قد أظهرت نوبات «القلق» وعدم القدرة على التركيز، وإبداء الكراهية نحو الآخرين.

وقد توصل العلماء المصاحبون لهؤلاء المتدربين، إلى أن «الرتابة» يمكن التغلب عليها، بإشراكهم في المناقشات والمحادثات الهادئة، والاستماع إلى

الموسيقى وتعود السير لمسافات قصيرة بقصد التنزه، ومشاهدة الأفلام السينمائية. لكن ظهرت على هؤلاء المتدربين علامات بصرية تعرف لدى الذين يصابون بالملل باسم «العين الكبيرة»، وهو ما يحدث عند الإحساس بالملل، وتركيز النظر المستمر على الأشياء القريبة، دون تفكير، نظرا لغياب ما يمكن توجيه النظر إليه من معالم. فالجليد القطبي الشاهق البياض يكسو كل شيء، ويمتد إلى مدى الأفق بلا معالم.

ولذلك كثيرا ما تعرض هؤلاء، لحالات من العزلة والانطواء على أنفسهم.

وعند قياس هذه الظواهر على ما يمكن أن يحدث للرواد عند بقائهم في سفن الفضاء مددا طويلة، فقد استخلص العلماء ضرورة دهان بعض أجزاء السفينة من الداخل بألوان زاهية، لإبعاد الملل البصري عنهم.

وقد خلص أحد علماء النفس الأمريكيين إلى ضرورة بذل اهتمام خاص عند اختيار رواد الفضاء، بتصنيفهم حسب جذورهم الاجتماعية، إذ انتهى من تحليله لتجارب القطب الجنوبي، إلى أن الرواد الذين جاؤوا من مدن صغيرة، كانوا أقدر على التكيف مع ظروف الفضاء، ممن جاؤوا من مدن كبيرة.

كما اكتشف عالم آخر متخصص في الاجتماع، أن وجود مجموعة صغيرة من الرواد في الفضاء، يسبب لهم شعورا بالملل بعد مدد قصيرة. على عكس ما يمكن أن يحدث وسط المجموعات الكبيرة العدد.

ولذلك فقد نصح مجموعة الخبراء، أنه يتعين على من يتم ترشيحهم للسفر إلى المريخ في المستقبل، أن يقضوا فصل شتاء في القارة القطبية الجنوبية، من أجل اختبار قدراتهم ومهاراتهم.

9- فقد الذاكرة

لاحظ العلماء أن من الأعراض التي يصاب بها رواد الفضاء، ما يمكن اعتباره آثارا جانبية للدوار أو الدوخة التي تعتري الرواد، وخاصة في بدء الرحلات. وقد ظهرت هذه الأعراض في صورة (فقد مؤقت للذاكرة) أو ما يمكن أن ننعته (عدم الحضور) أو النسيان. وقد ظهر ذلك على هيئة تساؤل أحدهم لآخر، هل ضغط زرا أم لا؟ وفي إحدى رحلات المكوك الأمريكي، لم

ينزل رائد الفضاء عجلات المكوك إلا قبل ملامسة ممر الهبوط بثانيتين فقط. وفي عملية أخرى، لامس أحد رواد المكوك، الممر بعيدا جدا عن الموقع المحدد للملامسة الصحيحة.

وعلى سبيل المثال فإنه في عام 1974، اضطر المشرفون على رحلة معمل السماء «سكاي لاب» الأمريكي إلى إعطاء الرواد إجازة لمدة يوم واحد، يقضونه دون تكليفات. وكان السبب وراء ذلك أنهم لاحظوا أن الرواد بعد قضاء (80) يوما في الفضاء، لم يعودوا قادرين على تذكر أمور كثيرة. بالإضافة إلى أنهم أصبحوا عصبيين وغير قادرين على تنفيذ المهام الموكولة إليهم.

١٥- التعرض للأشعة الكونية

المعتاد منذ بدأت الرحلات الفضائية المأهولة، تفادي تأثر أجسام رواد الفضاء بالإشعاعات الكونية، وذلك بتغليف السفن بدروع معدنية لتحجب عنهم هذه الإشعاعات، ولوقايتهم أيضا من البروتونات التي تأتي من الشمس.

ولا شك في أن طبيعة الرحلة إلى المريخ، تختلف كثيرا عن الرحلات السابقة إلى القمر، ولذلك فهناك قيود وتعقيدات كثيرة ستفرضها تكنولوجيا الاتصالات اللاسلكية على هذه الدروع. إذ إن الإشارات اللاسلكية قد تستغرق مددا طويلة في عداد (30) دقيقة مثلا، حتى تصل من الأرض إلى السفن المريخية. وهناك أوضاع للسفن قد تحجب وصول هذه الإشارات عندما تكون الشمس بين الأرض والكوكب.

ولذلك فإن عملية الوقاية من الإشعاعات الكونية، أثناء الرحلة إلى المريخ، ما زالت في حاجة إلى مزيد من الدراسة، وخاصة بالنسبة لملابس الرواد. لأن عمليات السباحة خارج سفن الفضاء، والبقاء الذي سيطول على سطح المريخ إلى مدد قد تصل إلى عدة شهور، قبل العودة إلى الأرض يجب أن توضع في الحسبان.

فهناك تكليفات مختلفة سيقوم بها الرواد، ستستلزم وجودهم خارج السفن، وهناك أعمال تقتضي سهولة حركتهم فوق سطح المريخ، في المستعمرات التي ستقام هناك، أو خارجها، ولذلك يلزمهم ارتداء ملابس ذات نوعيات معينة لتحميهم من هذه الإشعاعات الكونية، وتأثيراتها الضارة.

الباب الرابع عشر
لوازم السفر إلى المريخ

21 لوازم السفر إلى المريخ

مزاولة الحياة اليومية داخل سفينة فضاء، لها محاذير وقيود وطبيعة خاصة، تختلف عن تلك التي تعودناها على الأرض، فالمكان محدود، ولوازم الحياة ليست كلها متاحة، أو متوافرة بمقادير وافية. وكذلك سيكون الشأن في المستعمرات المريخية، بل ستكون هناك ظروف تفرض قيودا أكثر. وستزيد من قسوة هذه القيود طوال المدة، التي سيقضيها الرواد في رحلة قد تستغرق عدة سنوات يُقدّر لها حاليا أن تكون ثلاث سنوات.

ولأول وهلة ندرك أننا في أواخر القرن العشرين ما زالت القدرات البشرية، لم تطوع بعد بالتدريب، لتحمُّل البقاء تحت الظروف الفضائية مددا تقترب من مدة هذه الرحلة المفترضة. وفضلا عن ذلك، فإن طبيعة كوكب المريخ، والقياسات اللازمة عنه، ما زالت في طور التجميع. والسيناريوهات التي وضعت لهبوط رواد عليه، تقوم على افتراضات لم تتضح تفاصيلها بعد.

ومن ثم فإن الظروف المريخية التي ما زالت تحت القياس والتدقيق، قد تفرض على الرحلة ومدتها وخطواتها قيودا ليست في الحسبان.

ولأول وهلة، ندرك أن القدرات البشرية تمثل

«عنق الزجاجة» في الطريق الطويل للسفر إلى المريخ.

الرحلات الطويلة

لقد ظل سباق تسجيل الأرقام القياسية لمدد الرحلات الفضائية، واحدا من عناصر الحرب الباردة، على طريق المنافسة بين السوفييت والأمريكيين، منذ بدء عصر الفضاء، حتى أواخر الثمانينيات.

فعندما قام جاجارين أول رائد فضاء برحلته التاريخية في 11 أبريل 1961، على متن السفينة السوفييتية (فوستوك-1) أي «الشرق»، كان الأمريكيون في وقفة تخلف، لأن خطتهم بالنسبة لغزو الفضاء، لم تكن قد تبلورت. ولذلك سارعوا إلى ملاحقة الأحداث، برحلات فضائية متعجلة. كان أولها رحلة السفينة (فريدوم-7) التي صعد فيها «شبرد» بما يشبه المقعد القاذف الرأسي. الذي صعد به إلى أعالي الغلاف الجوي، حتى ارتفاع (116) ميلا، أي (200) كيلومتر. أو ما يمكن أن نطلق عليه اسم «مشارف» الفضاء، وقضى منها 5 دقائق فقط في حالة انعدام الوزن.

وبعد ذلك توالت رحلات سفن الفضاء السوفييتية، التي أخذت تدور حول الكرة الأرضية لمدد أطول. ولم يبدأ الرواد الأمريكيون الدوران حتى حول الأرض، إلا في 20 فبراير 1962، في رحلة (جلين) على السفينة (فريندشب-7) حيث دار ثلاث دورات لمدة (4 ساعات و 56 دقيقة).

ولقد تميزت الرحلات الفضائية في أول الأمر، سواء السوفييتية أو الأمريكية بقصر مددها. فلم يكن بعضها يتجاوز بضع دقائق. وعلى سبيل المثال فإن رحلات أول برنامج أمريكي، والذي كان اسمه (ميركوري) تدرجت خلاله مدد الرحلات الأمريكية، حتى بلغت في 15 مايو عام 1963 (24 ساعة و 20 دقيقة).

ولقد تطورت الرحلات الأمريكية التي تمت بعد ذلك بواسطة رائدين، على سفن أطلق عليها اسم (جيميني)، بدءا من مارس عام 1965 حتى نوفمبر 1966. ونفذت خلالها (12) رحلة، وكانت أطولها الرحلة (جيميني-7) التي بقي رائداها (330) ساعة ونصف الساعة في الفضاء، أي قرابة (14) يوما.

أما أطول رحلات الفضاء السوفييتية فقد كانت على السفينة، (سويوز-

3) وتمت بواسطة رائد واحد في 26 أكتوبر 1968، ومكثت مدة (94) ساعة و 51 دقيقة.

وتطورت الرحلات الأمريكية إلى حمل ثلاثة رواد في سفينة واحدة، في برنامج «أبوللو»، بدءا من أكتوبر 1968، بينما مضى السوفييت في ملاحقة مباراة المنافسة في سفن «سويوز» بثلاثة رواد أيضا. وكانت أطولها رحلة أمريكية (أبوللو-9) التي نفذت في مارس 1969، والتي دامت (238) ساعة. وتلتها الرحلة التاريخية «أبوللو-11» التي حقق رائدان من روادها الهبوط على سطح القمر لأول مرة، وقد كانت مدتها (195) ساعة ونصف الساعة.

وقد فرغ الأمريكيون من برنامج «أبوللو» بتعاقب هبوط مركبات قمرية خلال الرحلات من «أبوللو-11» حتى «أبوللو-17» على القمر.

وفي عام 1973 أطلق معمل السماء (سكاي لاب) دون رواد (كمحطة مدارية أو معمل فضاء) أو كمستعمرة علمية فضائية. على أن يلحق به على التعاقب بواسطة سفن «أبوللو»، ثلاث مجموعات من الرواد، تتألف كل مجموعة منها من ثلاثة رواد.

وقد لوحظ أن المجموعة الأولى بقيت داخل المعمل مدة بلغت ضعف أطول مدة بقاء أمريكية في الفضاء، والتي كانت قد بلغت (14) يوما في إحدى رحلات جيميني. أي بقي روادها داخل المعمل مدة (28) يوما. وأتت مدة بقاء المجموعة الثانية ضعف هذه المدة أي (56) يوما. أما المجموعة الثالثة فقد بقيت مدة تعادل ثلاثة أمثال المجموعة الأولى، أي (84) يوما.

هذا الرقم الأمريكي كان رقما قياسيا للبقاء في الفضاء آنذاك، وكان يفوق مدد الفضاء السوفييتية في ذلك الوقت من عام 1974.

والحق أن معمل السماء الأمريكي (سكاي لاب)، كان سفينة فضاء فريدة في نوعها وتصميمها وحجمها ووزنها ومدارها. ذلك أنها صممت لكي تكون محلا لإقامة تسعة رواد بداخلها إقامة دائمة امتدت (28 + 56 + 84) أي (168) يوما، أي ما يقرب من ستة شهور. لذلك صمم المعمل الذي كان يدور على مدار متوسط ارتفاعه (435) كيلو مترا، لكي يتسع لمؤن غذائية من طعام وماء وشراب وكساء، تكفي لحياة هؤلاء الرواد طوال هذه المدة. وقد كان وزنه (88) طنا، وسعته من الداخل (365) مترا مكعبا. وهذا يعادل الحجم الذي كان متاحا في سفن «أبوللو» (50) مرة. وبمعنى آخر فقد كان

من الرحابة بما يعادل منزلا مكونا من خمس غرف. وكان طول هيكل المعمل (36) مترا، وقطره سبعة أمتار. وله جناحان يمتدان خارجه، مساحة كل منهما (110) أمتار مربعة. وقد وضعت عليهما (312) ألفا من الخلايا الكهروضوئية لتحول ضوء الشمس إلى طاقة كهربائية. كما كان له أربع أذرع، تمتد كل منها 36 مترا. ولكي تستمر حياة رواد الفضاء الذين تعاقبوا على البقاء داخل المعمل مددا متفاوتة كما أسلفنا، فقد كان يحوي التجهيزات التالية، على سبيل المثال لا الحصر[1]:

10 مستودعات للمياه تحوي 2720 لترا.

11 ثلاجة لحفظ الطعام الذي يتكون من 87 ألف علبة محفوظة تزن 913 كيلوجراما.

5	وحدات تجميد للطعام.
60	طقم ملابس (جاكت-بنطلون-قميص).
30	غيارا من (الملابس الداخلية).
15	حذاء.
210	بنطلون قصير (شورت).
55	قالب صابون.
96	كيلو جراما من الفوط.
1800	كيس بلاستيك لحفظ البول والبراز.
156	لفة ورق للبرقيات.
104	فيلم تصوير.
1	مكنسة كهربائية.
1	دراجة ثابتة.
1	مكتبة تضم عددا من الكتب والمجلات.
1	مجموعة مهمات إنقاذ.

بعد ذلك ببضع سنوات حمي وطيس المنافسة من جانب الاتحاد السوفييتي، فانفرد منذ عام 1980، سابقا الولايات المتحدة الأمريكية، بإطلاق نوع جديد من المركبات الفضائية، التي يمكن أن نطلق عليها اسم المستعمرات

(1) سعد شعبان: الطريق إلى الكوكب-الهيئة المصرية العامة للكتاب-1990.

الفضائية أو المحطات المدارية. وهي تطلق خالية لتظل معلقة في الفضاء دون رواد، حتى يلحق بها طاقم بسفينة فضاء من طراز «سويوز». وقد صممت أول محطة مدارية أطلق عليها اسم «ساليوت» أي «التحية»، بحيث يمكن أن تلتحم بها سفن «سويوز»، ومن خلال أنبوب يمتد بين هذه السفن والمحطة المدارية، يمكن أن ينتقل الرواد إلى داخل المحطة.

الجيل الأول من المحطات المدارية

لقد فاجأ الاتحاد السوفييتي العالم بإطلاق أول محطة من هذا النوع في 19 أبريل 1971، وأطلق عليها «اسم ساليوت-1». ولقد اتخذت مدارا أوجه 222 كيلو مترا، وحضيضه 200 كيلو متر(*). وكانت تتم دورتها كل 6 ,88 دقيقة. ولم تمض غير أربعة أيام حتى أطلق السوفييت السفينة «سويوز-10» وهي تحمل ثلاثة رواد، إلى مدار قريب من مدار المحطة الفضائية «ساليوت»، ثم تم الالتحام التام بينهما، ودام الالتحام مدة خمس ساعات ونصف الساعة. وقد تمكن رواد «سويوز-10» الثلاثة من الانتقال من سفينتهم إلى المحطة المدارية أثناء الالتحام، وقاموا بتجارب علمية متقدمة.

وأعلن الاتحاد السوفييتي أن برنامج «ساليوت» يتضمن تجارب ودراسات حول الجو وتصوير الموارد الأرضية المختلفة من الفضاء. مع إجراء قياسات فلكية من الارتفاعات العالية، بعيدا عن تعويق السحب المحيطة بالأرض. وبذلك تأكد أنه يمكن تجميع مثل هذه المحطات المدارية، لتتكون منها مستعمرة فضائية يمكن اعتبارها نقطة قفز إلى الكواكب.

وفي 6 يونيو من العام نفسه، لحقت السفينة «سويوز-11» بالمحطة المدارية «ساليوت-1»، وهي تحمل ثلاثة رواد آخرين والتحمت بها، وعادت إلى الأرض حاملة طاقم الرواد الأول.

وكانت المحطة المدارية تزن (18) طنا وسعتها الداخلية تبلغ (100) متر مكعب، على حين يبلغ طولها الكلي (20) مترا. وكانت ذات شكل أسطواني يبرز منه جناحان مرصعان بالخلايا الكهروضوئية، لتوليد الطاقة الكهربية اللازمة لأجهزة المحطة[2].

(*) الأوج هو أقصى ارتفاع للمدار فوق الأرض، والحضيض أقل ارتفاع.

(2) المرجع السابق.

وقام الرواد الثلاثة داخل المحطة المدارية بتجارب فضائية متقدمة ومتعددة، حول آثار انعدام الوزن. واستزرعوا داخل المحطة نباتات دون تربة، منها البصل والكرنب الصيني، وذلك بإضافة محاليل كيماوية مخصبة لبذور هذه النباتات. ونقلت إلى الأرض صورا ناجحة للرواد وهم يتناولون طعامهم فوق مائدة مخصصة لهذا الغرض، وأثناء تأديتهم التمارين الرياضية في أماكن رحبة داخل المحطة.

وإلى جانب العديد من التجارب العلمية، كان الرواد يلتقطون صورا لمناطق أرضية معينة، وتصوير الأعاصير، وخاصة تلك التي تهب في المناطق الاستوائية.

وقد ظل الرواد في نشاط دام ما يقرب من (23) يوما، فسجلوا بذلك رقما قياسيا لبقاء الإنسان في الفضاء-وقتئذ-إذ لم يكن قد سبقهم في هذا المضمار من الرواد السوفييت إلا رواد السفينة «سويوز-9» الذين ظلوا في الفضاء (18) يوما، ومن الرواد الأمريكيين غير رواد السفينة «جيمني-7» الذين بقوا (14) يوما.

غير أنه في غمار أفراح الانتصار الجديد، روع العالم بوفاة الرواد الثلاثة فجأة أثناء رحلة العودة إلى الأرض، بعد انفصال سفينتهم عن «ساليوت» نتيجة حدوث خلل في أجهزة الضغط.

تم ذلك، بينما «ساليوت-1» ما زالت تواصل الدوران حول الأرض، حتى أعيدت إلى الغلاف الجوي في 15 أكتوبر 1971، فاحترقت نتيجة للاحتكاك بالهواء بعد أن لبثت ما يقرب من ستة شهور في دوران دائب.

وبهذا الحادث المشؤوم أصيب السوفييت بنكسة في أبحاث الفضاء، جعلتهم رغم ما كان لهم من سبق في عدة مجالات، يجمدون نشاطهم ما يقرب من عامين، حتى أطلقت محطة مدارية ثانية باسم «ساليوت-2» في الثالث من أبريل 1973. غير أن التوفيق لم يحالف عملية الإطلاق لتصل المحطة المدارية الثانية إلى المدار المقرر لها، حيث أصاب المرحلة الثانية من صاروخ الدفع عطل أدى بالسفينة إلى الدوران حول نفسها مع عدم بلوغ المدار.

ولقد تكتم السوفييت على عادتهم أخبار فشل «ساليوت-2»، وانتظر المراقبون أن تصعد إلى الفضاء بعد أيام السفينة الفضائية «سويوز-2»،

غير أن الأمد طال دون تحقيق ذلك.

وكان السوفييت قد أعلنوا في وقت سابق، أن رواد الرحلات الفضائية التالية صممت لهم ملابس خاصة ليرتدوها داخل سفنهم، درءا للخطر الذي أودى بحياة رواد «سويوز-١١».

ومن محطات متابعة غربية عديدة في ألمانيا وجنوب أفريقيا وأمريكا، شوهدت «ساليوت-2» تترنح في الفضاء، وتدور حول نفسها (30) دورة كل دقيقة.

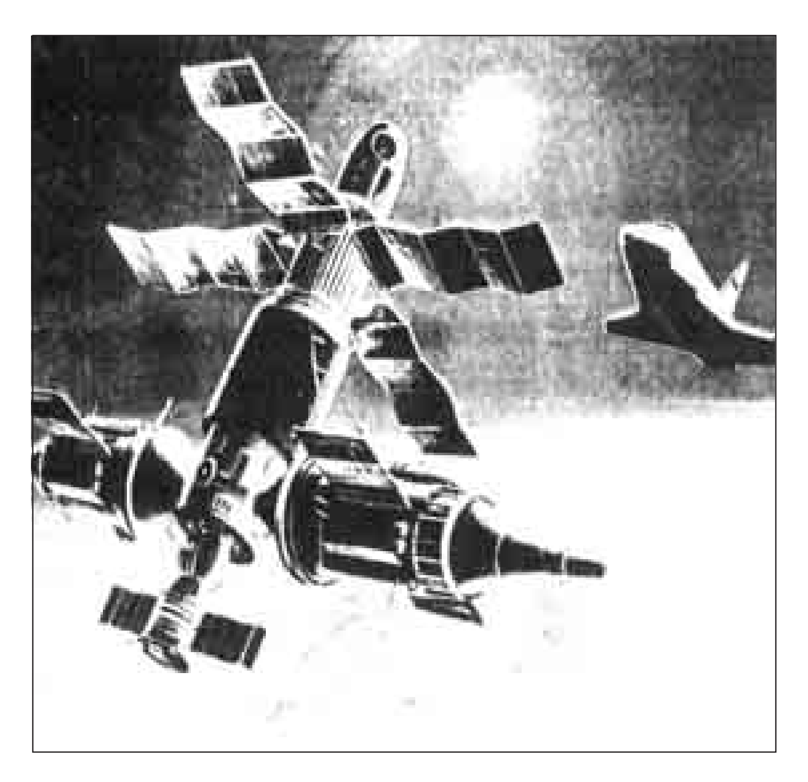
وحاول السوفييت إرسال القمر الصناعي «كوزموس 557» في مهمة استطلاع لتقدير إمكان نجدة المحطة المدارية، لكن بعد عشرة أيام عرف أن الفشل كان حليفها، وفجر القمر الصناعي «557» بتحكم من الأرض، وأنزل الستار على محاولة سوفييتية رائدة.

وتوالت بعد ذلك عمليات إطلاق جيل من المحطات المدارية «ساليوت» حتى بلغ عددها سبع محطات. وبعد ذلك استحدث نظام إرسال شاحنات فضائية-غير مأهولة-تحمل المؤن والعتاد والوقود والملابس من الأرض لرواد المحطات المدارية، عندما تطول مدد بقائهم في الفضاء. ولقد اشتهر من هذه السلسلة شاحنات «بروجريس»، غير المأهولة، والتي توجه بتحكم من الأرض حتى تلتحم بالمحطة المدارية. وعبر أنبوب خاص يأخذ الرواد ما تحمله من مؤن.

وفي عام 1986 استعيض عن ساليوت بجيل ثان من المحطات المدارية المسماة «مير» Mir أي السلام، وقد أطلق منها سفينتان حتى عام 1997.

وقد أخذت المدد التي قضاها الرواد السوفييت داخل المحطات المدارية «ساليوت» و «مير»، تتدرج في طولها، ولم تعد أياما معدودة، بل تحولت إلى شهور عديدة

فقد تدرجت من (96) يوما، أي أكثر من ثلاثة شهور، فتجاوزت بذلك الرقم القياسي الأمريكي، الذي كان قد توقف منذ عام 1974 عند (84) يوما. ثم قفزت إلى (140) يوما ثم (175) يوما ثم (185) يوما، ثم (211) يوما ثم (150) يوما. ثم صعدت فجأة إلى (237) يوما في عام 1984. وقد تم تحقيق هذا الرقم المذهل الذي يقرب من ثمانية شهور بواسطة ثلاثة رواد في المحطة المدارية (ساليوت-7).



- المحطة المدارية مير وقد التحمت بها سفبنة سويوز وشاحنة بروجريس

ظاهرة رومانينكو

في عام 1987، تجاوز الرواد السوفييت هذا الرقم أيضا، إلى رقم جديد بلغ (326) يوما، وقد حقق هذه المدة التي تقرب من أحد عشر شهرا، رائد واحد هو «رومانينكو». وكان معه في المحطة المدارية الجديدة «مير» رائدان آخران، لم يستطيعا إكمال هذه المدة الطويلة معه. وأعيد الثاني لسبب طبي آخر.

وكان ثلاثتهم قد بدأوا الرحلة للالتحام بالمحطة مير في 6 فبراير 1987، ولكن أنهاها «رومانينكو» وحده في 28 ديسمبر من نفس العام.

ووجه الغرابة يتمثل في رائد الفضاء «رومانينكو» الذي تكرر صعوده إلى المحطة «مير» بعد ذلك ببضعة شهور. وبقي فيها مدة لم يسبقه إليها



رومانينكو وسط رواد المحطة مير

أحد حتى ذلك الحين. إذ امتدت مدة بقائه في «مير» للمرة الثانية مدة بلغت (366) يوما أي زادت على عام كامل بيوم واحد[1].

من العجيب أن الرائد السوفييتي «رومانينكو» بعد هبوط سفينته على الأرض، وبعد أن حقق الرقم القياسي (326) يوما في الفضاء، خرج فورا من السفينة بعد هبوطها سيرا على الأقدام، وكان العهد بزملائه بعد الرحلات الطويلة السابقة، أن يحملوا على محفات لعجزهم عن السير. ولا عجب فيما أتاه «رومانينكو» لأنه على ما يبدو متين البنيان، وكانت سنه وقتها 43 عاما. وخير برهان على ذلك أنه خرق الافتراض الطبي الذي كان سائدا آنذاك، بأن أقصى مدة لبقاء الإنسان في الفضاء هي ستة شهور. وتكرر هذا الخرق بتكراره الرحلة مرة أخرى ليقضي في الفضاء عاما كاملا ويوما.

وقد تكون الظروف المساعدة إلى جانب تمتعه بصحة جيدة، أنه تأقلم على التكيف في الظروف الفضائية، بحكم خبرته في الصعود إلى الفضاء في ثلاث رحلات، الأمر الذي أكسبه كثيرا من اللياقة والخبرة.

تجربة الزنزانة الفضائية

من أشق التدريبات التي تمت للتدريب على طول البقاء في الفضاء، تجربة رحلة فضائية قام بها ثلاثة رواد سوفييت، أحدهم طبيب وثانيهم مهندس وثالثهم عالم كيماوي. وتمت التجربة داخل «محاكٍ» (Simulator) فضائي ثابت على الأرض، يحوي نفس الأجهزة والمعدات التي توجد في سفن الفضاء. وتتوافر فيه نفس الظروف التي يلقاها الرواد في الفضاء. وقد استمرت تجربتهم لمدة عام كامل، إذ بدأت يوم 5 نوفمبر 1968، وظلت سرا مطويا، حتى أعلن الاتحاد السوفييتي بعض نتائجها النفسية والبدنية.

وكان الغرض من هذه الرحلة، هو اختبار قدرة الإنسان على تحمل الحياة في الظروف الفضائية، بأقل قدر ممكن من الغذاء والشراب.

ومن التجارب التي أجراها الرواد الثلاثة داخل السفينة، استخلاص الماء من البول لإعادة شربه، والتنفس بالأوكسجين المستخلص من عرق الجسم، وتحليل الفضلات الحيوية للجسم إلى عناصر أساسية لاستخدامها كمواد غذائية، واستنبات بعض النباتات داخل السفينة بطريقة

«الهيدروبونيكس»، دون استخدام تربة. وقد تمخضت التجربة عن فقد المهندس لأربعة كيلوجرامات من وزنه، وإصابة الكيماوي بلوثة عقلية[3].

أرقام قياسية فضائية جديدة

إن ظاهرة الرائد الروسي «رومانينكو»، قد توقفت عند بقائه داخل المحطة «مير» مدة 366 يوما، في عام 1988. وظلت كذلك دون أن يحطم هذا الرقم من بعده أحد، لمدة ست سنوات. حتى سجل الرائد السوفييتي «ڤاليري بولياكوف» رقما جديدا في البقاء داخل نفس المحطة «مير». وقد بلغ (438) يوما[4]، أنهاها في 22 مارس 1995، فتجاوز رقم «رومانينكو» بمدة (72) يوما.

وعلى الجانب الآخر، حققت رائدة الفضاء الأمريكية، «شاند لوسيد» البالغة من العمر (53) عاما، رقما أمريكيا قياسيا جديدا، للبقاء في الفضاء، بلغ (180) يوما. وقد سجلته في المحطة المدارية الروسية «مير» ضمن خطة التعاون بين روسيا وأمريكا. وسجلت هذا الرقم بالعودة إلى الأرض في 24 سبتمبر 1996، فكسرت بذلك الرقم القياسي الأمريكي الذي ظل مجمدا، منذ عام 1974 في معمل السماء «سكاي لاب». وأنهت بذلك وقفة كان الأمريكيون يعتبرونها وصمة تخلف في جانبهم، لأن الروس كانوا يتجاوزون هذا الرقم بأكثر من الضعف.

ولكن كلا الرقمين الجديدين، سواء الروسي أو الأمريكي، يدلان على أن النية تتجه إلى ضرورة المضي على نفس الطريق، للاقتراب تدريجيا من الوقت اللازم لرحلة السفر إلى المريخ.

والمقدر أنها ستدوم ما لا يقل عن ثلاث سنوات، ذهابا وعملا فوق الكوكب، ثم إيابا إلى الأرض. وإلى جانب العقبات التي تظهر مع استطالة مدد البقاء في المحطات المدارية، فهناك عقبات أخرى إضافية، يلزم التعرض لها، وهي التي ستصاحب وجود الرواد المريخيين فوق سطح الكوكب، سواء في مستعمرات أو في «قواقع» مكيفة. فهذه ستكون لها طبيعة خاصة، لم يبدأ التعرض لها بعد.

---

(3) سعد شعبان: الطريق إلى القمر-الهيئة المصرية العامة للتأليف والنشر-1971.

(4) انظر الباب التاسع: التخطيط لغزو المريخ.

لوازم الحياة في الفضاء

أعطت الخبرة المكتسبة من رحلات سفن الفضاء السابقة، ومن طول البقاء في المحطات المدارية على وجه الخصوص، قاعدة معلومات، حول كيفية الحفاظ على حياة الرواد في الرحلة المرتقبة. وهي ترسم خطوطا عريضة لكيفية مزاولة الحياة اليومية خلال هذه الرحلة. وأهم عناصرها[5] هي:

1 - الطعام والشراب

يصنع قوائم طعام الرحلات الفضائية علماء متخصصون في التغذية، وأطباء متخصصون في شؤونها، يراعون في انتقائها الملاءمة بين توفير السعرات الحرارية اللازمة لحياة الرواد في الفضاء، وبين إمكان ضغطها لتوضع داخل أنابيب. مع خلوها من الألياف التي يلزم للجسم طردها في صورة فضلات. هذا بالإضافة إلى مراعاة المذاق المستساغ، ليعطي للرواد بعض التأثير النفسي بالشبع أثناء الرحلة.

وتوضع الأطعمة داخل أنابيب أو أوعية مجوفة في ظروف توفر لها عدم التعرض للتلف بمضي الوقت. كما يضمن لها عدم التلوث بإشعاعات الفضاء، وأن تكون في متناول أيدي الرواد ليسهل عليهم تحضير المجفف منها لوجباتهم في سهولة، لا تستغرق إلا ثواني معدودة، بإضافة القليل من الماء الساخن أو البارد. كما يمكن تجهيزها للوجبات بواسطة سخانات كهربائية خاصة، أو ميكروويف.

وأغلب الأطعمة في الرحلات الفضائية مؤنببة، أي موضوعة داخل أنابيب، في صورة عجائن شبه سائلة، ويمكن امتصاصها بالفم. أو تؤكل بأدوات المائدة العادية. أما المشروبات ففي معلبات أو أكياس، ويتم مصها بواسطة شفاطات حتى لا تتناثر قطراتها، وتبقى معلقة في فراغ السفينة.

ولقد تعددت قوائم الطعام في كثير من رحلات الفضاء، ولم تتكرر في أغلب الأحيان. فهي تتكون من لحم الدجاج الأبيض، وشرائح الخبز الجاف، والخضراوات المهروسة المطهوة، وكعك الفاكهة، والبسكويت المحلى بالسكر، إلى جانب الشاي. وعلى سبيل المثال فإنه خلال رحلة «أبوللو-11» بلغ عدد

(5) سعد شعبان: الحياة في سفينة فضاء-الهيئة المصرية العامة للكتاب-1995.

أصناف الطعام سبعة، اختارها الرواد بأنفسهم، منها المجمد والمجفف والمثلج، ومنها العصير والسوائل. وبعضها معلب يمكن تجهيزه بسهولة بتسخينه أو بإضافة الماء الساخن إليه.

وكمثال نورد وجبات اليوم الأول لهذه الرحلة :

- الإفطار قبل الإطلاق :

لحم-فطائر محشوة بالسجق-6 قطع خبز-فراولة مكعبات-مشمش وفول سوداني.

- الغداء بعد الإطلاق بأربع ساعات ونصف الساعة :

جبن براونز-بطاطس باللحم-بودنج بالجبن الإسكتلندي-عصير عنب.

- العشاء بعد الإطلاق بتسع ساعات و 42 دقيقة :

سالمون-أرز بالدجاج-جاتوه-كاكاو-عصير تفاح.

وكان في متناول الرواد أثناء الرحلة، قوالب من اللبان (العلكة)، ويتوافر لهم الشرب بواسطة خرطوم ينتهي بمبسم، ويخرج الماء منه عند الضغط على ذراع خاص، ويسجل عداد صغير كمية الماء التي خرجت.

ولكن عندما طالت مدد رحلات الفضاء لجأ الأمريكيون في معمل السماء «سكاي لاب» في عام 1973، إلى أسلوب إستاتيكي يعتمد على تخزين الطعام والشراب على متن المعمل نفسه. وقد حسبت كمياته لتكفي ثلاثة أطقم من الرواد تعاقبت على الالتحام بالمعمل، مددا بلغ مجموعها (168) يوما. ولذلك صمم المعمل بحيث يتوافر الطعام على ثلاث صور، مجمد، ومحفوظ، وجاف.

ونظرا لطول مدد الرحلات الثلاث، فلم يكتف بحفظ الطعام داخل ثلاجات تبريد فقط، بل استعين بوحدات لتجميد بعض الأطعمة، لتبقى مددا أطول تمتد إلى تسعة شهور، كما أوضحنا من قبل.

هذا بالإضافة إلى استخدام الأطعمة المحفوظة داخل معلبات، وقد بلغ عدد علب الطعام التي حولها المعمل (87) ألف علبة. وقد أصبحت وجبات رواد الفضاء، تكاد تشبه في نوعيتها الوجبات التي نتناولها في طعامنا على الأرض. فيما عدا الأطعمة التي يتخلف عنها الكثير من الفضلات، وهي الأطعمة الغنية بالألياف.

أما السوفييت فقد كانوا يتبعون أسلوبا ديناميكيا بتوصيل الطعام

والشراب واللوازم الأخرى، للرواد في المحطات المدارية ساليوت ومير، بواسطة شاحنات الفضاء «بروجريس» (Progress)، ذاتية الحركة، التي كانت تطلق بين حين وآخر لتلتحم بالمحطة المدارية حاملة هذه اللوازم.

والاعتقاد السائد أن قوائم الطعام السوفييتية، لا تختلف كثيرا عن الأمريكية، مع وجود فروق تلازم اختلاف الطباع، بين المجتمعين. لكن القواعد العامة التي قررها علماء التغذية، من أهمها الإقلال من تناول البقوليات ومنتجات الألبان، للإقلال من الغازات المصاحبة لها.

غير أن طول أمد الرحلة إلى المريخ، سيجعل هذه الأنماط، غير ملائمة، ومن ثم فقد اتجه تفكير العلماء إلى توفير إحدى وسيلتين، لتوفير الاكتفاء الذاتي جزئيا خلال الرحلة. وهما وسيلة الزراعة داخل السفينة، وتدوير الفضلات بإعادة استخدام ما يمكن استخلاصه منها.

-الزراعة في الفضاء

يتواكب التفكير في عمليات الزراعة في الفضاء، مع التفكير في إقامة المستعمرات الفضائية، وامتداد مدد رحلات المحطات المدارية. ويأتي التفكير في الزراعة في سفن الفضاء، أو المحطات المدارية أو الإعداد لإنجاح طريقة جديدة للزراعة في المستعمرات الفضائية، من منطلق تحقيق الاكتفاء الذاتي بالنسبة لطعام رواد الفضاء. ذلك أن استنباط أنواع معينة من الخضراوات في الفضاء، سيكون بلا شك أقل تكلفة من حملها بواسطة الشاحنات الفضائية، أو مكوك الفضاء. وإلى جانب أن الموضوع اقتصادي بحت، فإن التفكير في نقل مقومات الحياة إلى المستعمرات الفضائية أو الرحلات الفضائية الطويلة إلى المريخ، من أجل توفير غذاء طازج من الخضراوات تتوافر فيه العناصر الأساسية للحياة[6].

ولقد بدأ التفكير بالزراعة في الفضاء بصور مختلفة، وتعددت التجارب لتحقيقها في رحلات الفضاء الأمريكية والسوفييتية. ومن أهم هذه الجهود تعريض أنواع مختلفة من بذور النباتات للظروف الفضائية.

وقد اتخذ ذلك عدة اتجاهات، كان أولها وضع البذور الجافة في أوعية

(6) المرجع السابق.

خاصة في مركبات الفضاء وتعريضها للإشعاعات الفضائية، وظروف انعدام الوزن، ثم زراعتها على الأرض بعد الرحلة، لدراسة ما طرأ عليها من تغييرات. ثم تطورت التجارب، وأصبحت تشمل استنبات بعض بذور النبات أثناء الرحلات نفسها، داخل نواقيس بلا تربة، مع تزويدها بالمحاليل المشبعة بالعناصر اللازمة لنموها. ولقد نجح في هذا المضمار استنبات بذور البازلاء والطماطم والقرنبيط، خلال رحلات متعددة للسوفييت والأمريكيين.

وقد ظل أربعة ملايين طالب من بعض الدول الغربية يتابعون زراعة بذور الطماطم التي سبق حملها في مكوك الفضاء في إحدى رحلاته. وكان قد تم وضع 9 ملايين بذرة طماطم داخل 20 كيسا، وأرسلت إلى الفضاء في إحدى رحلات المكوك، بغرض دراسة تأثير الإشعاعات الفضائية، وحالة انعدام الوزن عليها. وقد وزعت البذور بعد عودة المكوك في عدة بلدان على 4 ملايين طالب زراعة، وأعطي لكل طالب منهم بذرتان فقط، كي يتابع زراعتهما بنفسه، ويسجل ما يظهر عليهما من تطورات. وذلك حتى تنمو روح ربط اهتمامات الشباب بأبحاث الفضاء.

ولكن في مجال التجارب الزراعية للنباتات في الفضاء، هناك وقفات تجريبية تجدر الإشارة إليها.

-تجربة ناقوس الطماطم

في أحد مراكز البحوث التابعة لوكالة الفضاء الأمريكية (ناسا)، قام العلماء بزراعة شجيرة صغيرة من أشجار الطماطم (البندورة) داخل ناقوس من البلاستيك الشفاف، وضع في غرفة مهيأة في ظروف مماثلة لظروف الفضاء. وراح العلماء يراقبون نمو الشجيرة، فتأكد لهم أن نموها يتم طبيعيا، أي أنها لم تتأثر بعزلها عن العالم الخارجي.

ولم تكن جذور الشجيرة مغروسة في تربة طينية، بل كانت عارية، وتستمد غذاءها من مستودع، وضعت فيه محاليل كيماوية تحوي العناصر اللازمة للنمو. وتعمل مضخة صغيرة على سحب المحاليل من المستودع، ورشها على أوراق الشجيرة، ليكتمل الغذاء عن طريق الأوراق إلى جانب امتصاص الجذور له.

وقد وضع العلماء فوق الناقوس أجهزة لقياس كميات غاز ثاني أوكسيد

الكربون والأوكسجين التي يلفظها النبات. وأنابيب لقياس درجات الحرارة والرطوبة، وأجهزة أخرى لمعرفة الزيادة، التي تطرأ على وزن الشجيرة، ومعدلات هذه الزيادة، هذا بالإضافة إلى قياس كمية الضوء الذي ينفذ داخل الناقوس.

-الزراعة دون تربة

قام الأمريكيون بتنفيذ تجربة زراعية فضائية في ولاية أريزونا، بتصنيع ظروف بيئية تحاكي ظروف الحياة في الغابات والمحيطات والصحاري، بصنع نماذج مصغرة لها داخل هياكل فولاذية. وقد قام بالتجربة ثمانية رواد من المتطوعين، ظلوا في معزل عن العالم مدة عامين كاملين.

وقد ارتكزت التجربة على تحقيق تبادل المنافع بين هؤلاء المتطوعين والنباتات التي يزرعونها في هذه الظروف البيئية المختلفة. بحيث يحصل النبات على ثاني أكسيد الكربون اللازم لبناء خلاياه، من زفير هؤلاء المتطوعين. بينما كانوا يعتمدون في أخذ الأكسجين اللازم لتنفسهم، على ما يطلقه النبات من أوراقه وسطحه الخارجي. وذلك حتى يتحقق الاكتفاء الذاتي لطعامهم أثناء التجربة دون أن يتزودوا بأي مؤن خارجية. وقد تم ذلك في إطار الاستعداد لكي يتحقق في الفضاء تبادل منافع، مماثل لما يتم على الأرض، بين الإنسان والنبات. ذلك أن النبات يلعب دورا مهما في بناء صور الحياة على الأرض. فهو إلى جانب كونه مصدرا من مصادر الغذاء بالنسبة للإنسان والحيوان، فإنه يمثل الشق الفعال في تجدد الأكسجين اللازم لتنفس البشر.

والنبات يستمد عناصر الغذاء اللازم لنموه وبناء خلاياه من ثاني أكسيد الكربون الموجود في الجو، ومن عناصر التربة التي تمتصها جذوره. ولكنه يطلق أيضا غاز الأكسجين من أوراقه، فيستنشقه الإنسان أثناء وجود ضوء الشمس نهارا.

وفي طبقات الجو العليا وفي الفضاء حيث ينعدم الأكسجين، لابد للإنسان لكي يواصل الحياة أن يستمده معبأ ومضغوطا في مستودعات. ولذلك يقلق علماء البيئة من زيادة كمية التلوث التي تصيب النبات بالموت البطيء، لأن هذا يعني فناء الحياة على الأرض، بانتهاء وجود النبات عليها.

ولقد أطلق الأمريكيون على هذا المشروع، اسم «الحياة-2» تعبيرا عن كون الأرض تضم لون «الحياة-رقم 1»، وهم يخططون للحياة الثانية على مدارات في أغوار الفضاء.

والتصميم الذي وضعه العلماء الأمريكيون لهذه التجربة، جعل منها أضخم محمية بيئية صناعية مغلقة، لاستنبات الزرع. ويكون اعتماد الزراعة فيها قائما على زراعة المحاصيل بغير تربة، والاستعاضة عنها بمستودعات كبيرة مملوءة بمحاليل مشبعة بالعناصر الغذائية اللازمة لنمو النبات. كما قامت أجهزة أخرى بعكس أشعة الشمس إليها، لتوفير الضوء اللازم لتحقيق التمثيل الكلورفيللي لأنسجة النبات. هذا إلى جانب أجهزة أخرى، عملت على ضبط درجات الحرارة وتكييف الهواء في المناخ الملائم لنمو الأنواع المختارة من الخضراوات والفواكه.

ولا شك في أن هناك صعوبات علمية لابد من تخطيها، لأن الزراعة بلا تربة، تعني عدم وجود الأحياء الدقيقة، التي تتوافر بين ذرات تراب الأرض، والتي تتخلل مسامها. لأنها هي العامل الأساسي في توفير عنصر النيتروجين، الذي يشكل جزءا كبيرا من خلايا النبات. ويتوافر عنصر النيتروجين في التربة نتيجة لتحلل المواد العضوية فيها ببطء، أو نتيجة لإضافة الأسمدة الأزوتية.

ولذلك سيكون أمام علماء الزراعة الفضائية، مهمة الاستعاضة عن الدور الذي تلعبه الأحياء الدقيقة والبكتريا في تخصيب التربة، بإضافة مواد نيتروجينية عضوية إلى المحاليل التي ستغذي نبات المحميات الفضائية، بدلا من النيتروجين الغازي الذي قد لا يتوافر في جو المحمية.

وفي ظل انعدام الجاذبية في الفضاء، توجد صعوبات أمام النبات، عندما ينبت ساقه ويمتد إلى أعلى فوق المستوى الذي وضعت فيه البذور في المحاليل. وفي ظل انعدام الجاذبية أيضا يصعب تدفق السوائل في سيقان النباتات للوصول إلى أوراقه وثماره، وهي عملية أساسية في نمو النباتات كلها، أيا كان نوعها.

وقد تصور بعض العلماء السوفييت أن الحل الأمثل، هو توفير جاذبية صناعية بجعل المحمية الزراعية الفضائية تدور بسرعة. فتتوافر للنبات قوة طاردة مركزية، حتى يمكن له أن ينمو في الاتجاه المطلوب. ويمكن أن

يتحقق التصاق المحاليل أو التربة بجدران المحمية، لتمد النبات بالغذاء.

وفي سلسلة التغلب على الصعوبات لابد أيضا من توفير فتحات كافية يدخل منها ضوء الشمس، أو استخدام مرايا عاكسة توجه ضوء الشمس إلى هذه الفتحات. ومن ثم فإن هناك عديدا من الصعوبات يلزم التغلب عليها لتوفير الظروف الصناعية اللازمة لنمو النبات.

وقد شطح الخيال الأمريكي، إلى حد تصور أنه يمكن أن يوجد في المحمية الفضائية الزراعية، إنسان آلي، لكي يدير عملية جمع المحصولات وجني الثمار.

-اتجاهات البحوث العلمية الجديدة

هناك عدة اتجاهات في مجال البحث العلمي، لاستكمال جهود الزراعة في الفضاء، من أهمها صناعة المواد الغذائية.

ذلك أنه بالإضافة إلى تجارب الزراعة الفضائية التي أشرنا إليها من قبل، فهناك محاولات لتركيب المواد الغذائية كيميائيا، ليتكون منها غذاء لرواد الفضاء. بيد أن ما أمكن التوصل إليه في هذا المجال، هو تخليق لون من الغذاء من قاعدة الطحالب والبكتيريا.

لكن إحدى التجارب الأمريكية في جامعة «ديڤيز» بكاليفورنيا، قامت على محاولة استنبات الشعير صناعيا. وهناك تجربة يقوم بها علماء في جامعة «بوردو» في ولاية «إنديانا» الأمريكية، تقوم بدراسة التبادل الغازي في كل من الطماطم والقمح والأرز، لمعرفة مقدار ما تستهلكه هذه النباتات من غاز ثاني أكسيد الكربون. ومقدار ما تفرزه أوراقها من غاز الأكسجين في الحالات الضوئية المختلفة.

-تجربة تدوير المخلفات البشرية

لقد تعددت التجارب الفضائية التي تجرى على الأرض داخل محاكيات (Simulators) تصنع الظروف داخلها، لتحاكي الظروف التي يعيش فيها رواد الفضاء. ففي نوفمبر 1991 بدأت وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» تجربة كان محلها كرة زجاجية ضخمة وضعت في صحراء أريزونا، وظل يعيش داخل هذه الكرة ثمانية علماء معزولين عن العالم الخارجي، حيث

دامت هذه الرحلة الأرضية عامين كاملين، كما أوضحنا من قبل، تحت عنوان الزراعة دون تربة.

والكرة الزجاجية محل التجربة، يبلغ قطرها 25 مترا أي ما يعادل ارتفاع عمارة تتكون من سبعة طوابق، وقد صنع بها جو صناعي يضاهي مناخ الأرض، ليتمكن الرواد بداخلها من إجراء تجاربهم على (3800) نوع من فصائل نباتية وحيوانية، لازمة لإبقائهم على قيد الحياة داخل هذا المحاكي، دون وصول أي إمدادات لهم من خارجه. واتبع العلماء نظاما غذائيا صارما يطبقه رواد الفضاء في رحلاتهم الحقيقية في أعالي الفضاء. وهم مكلفون بأن يدونوا ملاحظاتهم على فصائل النباتات. وعلى سلوك بعضها البعض، وأن ينقلوا هذه الملاحظات إلى خارج المحاكي عبر شبكة تليفزيونية.

وفي مجال معالجة الفضلات كان هناك اتجاهان أولهما المعالجة البيولوجية، والاتجاه الثاني هو المعالجة الفيزيو-كيميائية.

وتتمثل المعالجة البيولوجية في استخدام أنواع من البكتيريا والخمائر، وأنواع من الفطر لكي تتفاعل مع الفضلات، وتقوم بتنقيتها وهضمها فتتحول إلى مركبات نافعة. بيد أن التقدم في هذا المجال لم يكتمل بعد، وما زالت الأبحاث تحبو، لأنه لابد من دراسة كل نوع من أنواع الفضلات على حدة، لمعرفة طريقة معالجته، للحصول على أطعمة جديدة. ومثل هذه العمليات لا تفيد فقط في تصنيع الطعام، فبالإضافة إلى هذا تعمل على الاستفادة من بقايا يجب التخلص منها.

أما المعالجة الفيزيو-كيميائية فتتم بطريقة حرق الفضلات. وعملية الحرق نفسها قد تكون كاملة، وعندئذ تتأكسد الفضلات وتتحول إلى فحم، فيعود العلماء إلى تشكيلها، وإعادة تركيب مواد عضوية جديدة منها. أو قد يكون الاحتراق غير كامل، إذ يستخدم في أكسدتها قدر أقل من الأكسجين، ويتم به بعد ذلك تشكيل المركبات الناتجة.

ولا شك في أن عملية حرق الفضلات تؤدي إلى التخلص من البكتيريا والفيروسات التي توجد فيها، ولكن العملية نفسها تحتاج إلى قدر كبير من الطاقة، وينجم عنها ارتفاع في درجات الحرارة. كما أن الرماد الناتج من الاحتراق، لا يقبل الذوبان في بعض الأحماض، مما يجعل الاستفادة منه صعبة.

ولذلك تتجه البحوث إلى تفضيل الاحتراق غير الكامل، إذ لا يلزم رفع درجة الحرارة إلى أكثر من 300 درجة مئوية. كما أن العناصر المهمة كالكربون والنيتروجين والهيدروجين والفوسفور، يمكن أن تتم أكسدتها بطريقة جزئية. ويمكن أيضا لبعض المعادن أن تذوب في الماء، وتستخلص منه بعد ذلك. ومن هذا وذاك، يمكن إعادة تركيب العناصر المستخلصة من الفضلات وتحويلها إلى غذاء.

2-النوم

خلال رحلات الفضاء المبكرة والقصيرة، كان تصميم الكراسي التي يجلس عليها رواد الفضاء، يسمح بميل قائم الكرسي، بزاوية ليمدد الرواد أجسامهم ويسترخوا أو يناموا.

أما مواعيد النوم فكانت تنظم بتعليمات من الأرض، أثناء دوران سفينة الفضاء في ظلام دامس، لا ترى فيه إلا النجوم البعيدة، كبقع مضيئة، وبعض الكواكب يلتمع عليها ضوء الشمس أحيانا.

وفي بعض الرحلات الطويلة كرحلات «أبوللو» التي هبطت على القمر، كان الرائدان اللذان يستقلان المركبة القمرية، يتناوبان النوم في وضع الوقوف. وقد تدربا على ذلك على الأرض لأن المركبة القمرية ليس فيها كرسي للجلوس، بل كان الرائدان يديران أجهزتها وهما واقفان أيضا.

وفي الرحلات الفضائية التي تمت برائد واحد لمدة طويلة، لم يكن من العسير أن ينام الرائد ويترك مهمة التحكم في أجهزة السفينة وعداداتها، إلى المعدات الأوتوماتيكية، التي يمكن التحكم فيها من الأرض، أو بواسطة حواسب داخلها.

أما الرحلات التي تمت بأكثر من رائد واحد فقد كان الرواد يتناوبون النوم فيما بينهم.

وفي وضع الوقوف، يمكن أن ينام الرائد بعد ربط جسمه بالأحزمة اللازمة داخل ما يشبه الدولاب، حتى لا يطير في فراغ السفينة أو محطة الفضاء. وقد اتبع الرواد السوفييت، أسلوب النوم على أرائك أو فوق شباك معلقة، كما يفعل بحارة السفن، مع الربط أيضا بالأحزمة. ويستطيع رائد الفضاء عند النوم الاكتفاء بكون السفينة مكيفة الهواء، كما أن اتصال

ملابسه بأسلاك كهربية يبعث إليه الدفء اللازم.

3- الاستحمام والتخلص من الفضلات

من العوامل التي روعيت بعناية عند تصميم الملابس التي يرتديها رواد الفضاء، إمكان تزويدها بمخارج للبول والبراز.

ولقد تم إدخال عدة تعديلات على ملابس الفضاء لتسمح بحرية الحركة في جميع الاتجاهات. وتغلق ملابس الفضاء عادة بواسطة سحّاب (سوستة)، لتحكم تغطية جسم الرائد.

وتستخدم إحدى هذه السحابات كمخرج للبول والبراز، وعادة يتناول رواد الفضاء طعاما قليل الألياف، قبل قيامهم بالرحلة بثلاثة أو أربعة أيام، حتى تكون أمعاؤهم خالية قبل بدء الرحلة.

والفضلات يضاف إليها مواد كيميائية لقتل الجراثيم، قبل أن يتم التخلص منها. فالبول يمكن التخلص منه بضخه ثم غليه ليتحول إلى بخار يتسرب



الاستحمام داخل أسطوانة في معمل السماء سكاي لاب

إلى الفضاء. أما البراز فيضاف إليه مواد كيميائية تحلله، ويختزن في أكياس حتى انتهاء الرحلة.

وضمن البقايا التي تركها رواد رحلة (أبوللو-11) بعد هبوطهم على القمر، الأكياس التي جمعوا فيها البول بعد تعقيمها. وعندما طالت الرحلات داخل المحطات المدارية السوفييتية، ومعمل السماء الأمريكي، صمم مرحاض يشبه المرحاض المنزلي لاستقبال فضلات الرواد. كما كان رواد الفضاء يستطيعون الاستحمام، بالدخول في وعاء أسطواني تحيط به أنابيب مثقوبة من جميع الاتجاهات، لتكون بمنزلة (دش) ينساب منها الماء في كل اتجاه، يحيط بالجسم دون أن يتناثر خارج الوعاء.

وكان الماء المتخلف من الاستحمام، ينساب إلى أوعية من البلاستيك، ليخضع للتحليل الكيماوي لدراسة إفرازات الغدد.

كما كان يتوافر للرواد قطع قماش مبللة، يمكن استخدامها في تنظيف الوجه أو الجسم، ولكل منهم فرشاة أسنان خاصة.

4-الملابس

عندما تطول مدد الرحلات، يستطيع رواد الفضاء أن يستبدلوا بملابسهم أخرى نظيفة، على فترات دورية، وتحفظ الملابس المستخدمة في أكياس من البلاستيك.

ولقد استخدم رواد الفضاء للرحلات المبكرة، بذلات فضائية متعددة الطبقات، ليمكن أن توفر لهم الدفء، وتقيهم إشعاعات الفضاء. ولكي تدخل من خلالها الأسلاك المتصلة بأجهزة القياس الدقيقة الملتصقة بأجسامهم، لتسجيل القياسات الطبية المطلوبة. وعلى سبيل المثال نجد أن ملابس رواد رحلة «أبوللو-11» التي هبط منها رائدان على القمر، كانت أربعة أنواع هي :

-بذلة داخلية

بديلة للملابس الداخلية، ملتصقة بالجسم، وهي من قماش لين، به جدار مزدوج من المطاط لدخول الماء الدافئ الذي يعمل على تدفئة الجسم ويكسوها من الخارج طبقة رقيقة من النايلون، لحفظ هذه الحرارة في درجة ثابتة.

-بذلة للاستخدام داخل السفينة

وتتكون من طبقتين، الداخلية منهما تعتبر بطانة للخارجية، التي تعمل على عكس الإشعاعات بجميع أنواعها. ويتوافر في هذه البذلة خفة الوزن، وتسهل بها حركة الرواد داخل السفينة في كل الاتجاهات.

-بذلة السير فوق القمر

وترتدى فوق البذلة السابقة، وفائدتها حماية رائد الفضاء أثناء وجوده فوق القمر من الشهب، والإشعاعات المختلفة. وهي تتكون من سبع طبقات من القماش الواقي من الإشعاعات، وآخرها طبقة معدنية رقيقة تعمل كعازل من الشهب.

-بذلة العزل البيولوجي

يرتديها الرواد لعزلهم تماما عن جو الأرض فور هبوطهم إلى الأرض، وقبل نقلهم إلى قمرة العزل الصحي. غير أنه في عام 1969، بدأ الرواد السوفييت في ارتداء بذلة شبه عادية في سفن الفضاء طراز سويوز، على خلاف ما كان متبعا من قبل. اعتمادا على تكييف السفينة من الداخل. ولم تكن الملابس الخاصة ترتدى، إلا خلال السباحة خارج السفن فقط.

5-الحركة داخل سفن الفضاء

إن تعرض الرواد لحالة انعدام الوزن، يحد من حركتهم العادية داخل السفن، ولابد أثناء انتقالهم من مكان لآخر داخلها، من اتخاذ تدابير خاصة حتى لا يصبح الرائد في وضع التعلق منقلبا رأسا على عقب. وللتغلب على حالة انعدام الوزن في بعض سفن الفضاء المتسعة الحجم، كان يمكن للرواد ارتداء أحذية خاصة ممغنطة تشدهم باستمرار، إلى السطح الذي يتحركون فوقه.

غير أنه في معمل السماء الأمريكي «سكاي لاب» اتخذت بعض التجهيزات الجديدة لأول مرة، لأن الفراغ المتيسر به الحركة، كان أكبر منه في أي سفينة فضاء سابقة، عشرات المرات.

فقد مدت أنابيب يمكن للرواد الإمساك بها أثناء الحركة من مكان إلى آخر، كما جهزت الأرضية التي يتحركون فوقها على هيئة شبكة متقاطعة. وكان الرواد يرتدون أحذية ذات بروزات معدنية خاصة، تجعل الحركة

مقيدة داخل فتحات هذه الشبكة. وقد كانت المساحة المتاحة لحركة الرواد داخل المعمل تبلغ 200 قدما مربعا.

ومن أجل تدريب الرواد على حرية الحركة داخل المعمل، صمم جهاز، ذو حركة ميكانيكية ذات ست درجات من حرية الحركة، وتدرب الرواد على استخدامه على الأرض، حتى تعودوا على سهولة الانتقال داخل المعمل.

6- التطبب والعلاج

سبق القول إنه كان يوجد ضمن الرواد واحد منهم متخصص في الطب أو الصيدلة، ويسند إليه علاج زملائه من الرواد. ولكن في أغلب الرحلات الأخرى كان بعض الرواد يدربون للقيام ببعض التجارب الطبية، وعلى استخدام الأجهزة اللازمة لهذه التجارب. وعلى سبيل المثال، لقد وضعت في معمل السماء الأمريكي «سكاي لاب» أجهزة كاملة لخلع الأسنان، وكل الأجهزة اللازمة للإسعافات الأولية والعمليات الجراحية الصغيرة. كما ضم المعمل صيدلية، وضعت بها كل الأدوية والعقاقير الطبية اللازمة للعلاج.

وفي رحلة مكوك الفضاء «ديسكفري» عام 1985 كان رائد الفضاء الفرنسي «باتريك»، مكلفا بعلاج زملائه في طاقم الرحلة. وكان رائد الفضاء العربي «سلطان بن سلمان» مكلفا بمعاونته في إجراء القياسات الطبية، كما سبق أن أوضحنا.

وقبل رحلة المكوك «كولومبيا» في يونيو 1991، جرب رواد الفضاء استخدام أدوات جراحية في تشريح دمية تماثل جسم الإنسان، كتدريب على إجراء عمليات جراحية أثناء الرحلات.

7- الجنس في الفضاء

من الأمور الطبيعية التي شغل علماء الفضاء ببحثها، تأثير الطيران في الفضاء على القدرة التناسلية للرواد، وتأثير إشعاعات الفضاء على قدرة الإنجاب.

ولذلك فإنه من التجارب الطبية المبكرة في هذا المجال، قيام السوفييت عام 1963، بعقد قران رائدة الفضاء السوفييتية الأولى «فالنتينا»، بعد طيرانها في الفضاء مدة (71) ساعة، على رائد الفضاء «نيكولاييف»، الذي طار



طاقم «سويوز-١»: الملابس السوفييتية (عادية)



طاقم «أبوللو-١»: الملابس الأمريكية (عدة طبقات)

قبلها في رحلة سابقة عام 1962 لمدة (95) ساعة. وقد وضع الزوجان تحت الفحص الطبي مدة طويلة، بعد زواجهما لمعرفة تأثير الفضاء على الخصوبة. ولما أنجبا ظلت طفلتهما تحت الفحص الطبي، حتى شبت عن الطوق، وتجاوزت مرحلة الطفولة.

وفي عام 1985 أطلقت رائدة الفضاء السوفييتية (سفيتسكايا) إلى المحطة المدارية السوفييتية (ساليوت) لتلحق برواد فضاء في المحطة. وتردد في بعض المراجع مع كثير من الحذر، أن إحدى تجارب الرحلة، كانت عن دراسة القدرة على الإنجاب في الفضاء. ولكن لأن اللقاء البيولوجي لم يكن بين زوجين، فقد غلفت التجربة بالسرية، وأعلن بعد ذلك أنها أنجبت بنتا حالتها الصحية عادية.

لكن في سبتمبر عام 1992 أطلق الأمريكيون رائدين في رحلة للمكوك «إنديفور»، هما الزوجان الرائد (ماك لي-سن 39) وزوجته (جان ديفيز-37 سنة)، والغرض هو أن يحققا لقاء جنسيا مشروعا في الفضاء، ليكون تحت التجربة العملية من حيث إمكان تخصيب حيوانات الذكورة، للبويضات الأنثوية. وكان معهما على المكوك طاقم يتكون من خمسة رواد آخرين أحدهم ياباني.

ولقد أطلق على المكوك اسم «سفينة نوح» لأنه وضع بداخله مجموعة من الحيوانات والحشرات مختلفة الجنسية هي:

- أربعة ضفادع من جنوب أفريقيا.
- أسماك من اليابان.
- دبابير إسرائيلية.
- 7000 ذبابة فاكهة.
- 30 بيضة دجاج مخصبة.
- مجموعة من بيض الضفادع.

وقد أجريت عليها (19) تجربة مختلفة تتعلق بالفسيولوجيا البشرية، وقد وصفت أنجح هذه التجارب بأنها هي «فقس أول بيضة ضفدع في الفضاء».

أما بالنسبة للرحلة إلى المريخ، المتميزة بطولها، فقد تساءلت عالمة السلوكيات الأمريكية «باتريشيا سانتي» (Patricia Santy) عن ضرورة النظر

بعين الاهتمام، إلى «التوترات الجنسية»، التي يمكن أن تحدث للرواد خلال هذه الرحلة الطويلة. وكان من رأيها أنه لابد من إشراك اثنتين من العنصر النسائي في الرحلة، حتى لا تحدث ورطات خلالها. وأبدى رائد الفضاء السابق «ميخائيل كولينز» (Michael Collins) رأيا، بأن طاقم الرحلة المريخية يمكن أن يتكون من أربعة رجال وأربع نساء، كل اثنين منهما يكونان مرتبطين بالزواج، وإن كان هذا أمرا يصعب تحقيقه[7].

(7) Time : July 18. 1985, P. 75.

22 عربة فوق المريخ

سبقت الإشارة في الباب الحادي عشر إلى إطلاق السفينة الأمريكية «مستكشف الطريق» (Path Finder)، في 4 ديسمبر 1996. وهي السفينة الثانية في أسطول، قيل إنه سوف يتألف من عشر مركبات فضائية، لتستكشف المريخ بأجهزة ووسائل مستحدثة. ولتنقل إلى العلماء صورا أكثر دقة من تلك التي تجمعت من رحلتي السفينتين «ڤايكنج 1 و2»، اللتين سبقت الإشارة إليهما في الباب الخامس، لأنه مضى على هذه الصور (21) عاما، منذ يوليو 1976.

ولا شك في أنه قد ظهر على ساحة البحث العلمي خلال هذه المدة، ما يغري العلماء بتجديد استكشاف المريخ، بخطة أكثر طموحا وأكثر دقة، مستخدمين في ذلك أجهزة جديدة التصميم. وأهم هذه الأجهزة عربة صغيرة ودقيقة الحجم يمكنها التجوال فوق سطح الكوكب، وتخطي بعض صخوره، وتجاوز فجواته، بفضل ما يتوافر لها من مرونة ميكانيكية، وأجهزة غاية في الدقة.

ولقد تحدد لتحقيق هذا الإنجاز العلمي، موعد يوافق «يوم العيد القومي الأمريكي» وهو يوم 4 يوليو 1997. وفعلا لقد نجحت السفينة «مستكشف

الطريق» أو «باث فيندر» في جعل هذه المناسبة بمنزلة عيدين، أحدهما قومي والآخر علمي، سجلت فيه نتائج باهرة. أولها أنها وصلت إلى المريخ في الموعد المحدد لها تماما، بعد أن سلكت مسارا طوله (460) مليون كيلومتر، في رحلة غير مسبوقة من حيث الخصائص الفنية. الأمر الذي جعل المختصين في وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا» يتهللون فرحا وفخرا، بهذا الإنجاز، ويصفون هذا النصر الفضائي، بأنه «الأفضل والأسرع والأرخص»، في استكشاف الكواكب[1].

وفي هذا اليوم المشهود، ظل العلماء في «معمل الدفع النفاث» (Jet Propulsion Laboratory - J.P.L) في قاعدة «باسادينا» (Pasadena) الفضائية في ولاية كاليفورنيا، على مدى ست ساعات ونصف، ينتظرون لحظة تحقق الحدث المهم. وكانت أنظارهم طوال هذه المدة مثبتة على شاشات الحواسب الإلكترونية. ومع المشاعر المليئة بالقلق، كانوا ينتظرون ظهور الصور التي يترقبون لحظة وصولها من السفينة، فهي البرهان على نجاح أهداف الرحلة، ودليل سلامة أداء الأجهزة التي اجتهدوا في ابتكارها. وأهم من هذا وذاك، أن هذه الصور تعتبر تجسيدا للآمال التي عقدوها على جمع معلومات دقيقة عن المريخ.

وعندما ظهرت أولى هذه الصور تعالت صيحات طاقم المراقبة، وتعانق العلماء تهللا بنجاح مشروعهم الذي كانوا ينتظرون تحقيقه على مدى سبعة شهور. ونشطت أساليب الدعاية الأمريكية في إبراز هذا الإنجاز العلمي في جميع وسائل الإعلام العالمية. وأسرعت شبكات التليفزيون إلى إذاعة فيلم تسجيلي عن خطوات الرحلة، وكيفية هبوط السفينة على المريخ، وما ستقوم به من مهام. وأضفت على الحدث إسقاطات تعبر عن ضخامة الإنجاز.

خطوات الهبوط على الكوكب

استغرقت عملية هبوط السفينة «مستكشف الطريق» «باث فيندر» سبعا وثلاثين دقيقة قبل أن «تحط» أو «ترسو» (Land) فوق سطح المريخ. وإذا ما استعرضنا طريقة الهبوط وجدنا أنها مستحدثة وغير مسبوقة، سواء بواسطة

(1) News Week : July 14 - 1997.

الأمريكيين أو السوفييت. فقد سبق لكل من الفريقين إرسال عدة سفن، هبط بعضها فوق الزهرة وبعضها الآخر فوق المريخ. لكن طريقة الاقتراب كانت تعتمد على الدوران حول الكوكب عدة مرات. وفي كل دورة يتم خفض ارتفاع المدار تدريجيا فوق الكوكب، حتى يتحقق غرس حربة، أو سقوط كبسولة، أو رسو جزء ينفصل من السفينة على السطح.

لكن ما تم بالنسبة للسفينة «باث فيندر» اختلف تماما عن هذه الطريقة، واستهدف الوصول إلى سطح الكوكب مباشرة، دون الدوران حوله، وقد تمت عملية الهبوط، وفقا للخطوات التالية :

- بعد أن أطلقت السفينة من قاعدة «كاب كانفرال» (Cape Canaveral) في 4 ديسمبر 1996، اتخذت مسارا مائلا مستهدفة كوكب المريخ، وقطعت مسافة طولها (460) مليون كيلومتر حتى أصبحت قربه. وعندما انتهت مرحلة الانطلاق (Cruise)، كانت السفينة قد أصبحت على بعد (12880) كيلو مترا من الكوكب الأحمر، وبقيت (37) دقيقة حتى يتحقق «الحط» فوق سطحه. ودون أن تدور السفينة حول الكوكب، كما كان الأسلوب المتبع بالنسبة لسفن الفضاء السابقة، فقد وجهت السفينة مباشرة لبدء خطوات الاقتراب والهبوط.

- وبعد مضي (32) دقيقة وقبل «الحط» بخمس دقائق فقط، كانت السفينة قد أصبحت على بعد (129) كيلو مترا من السطح، وبدأت الدخول في جو المريخ. وحتى هذه اللحظة كان يغطي مقدمتها «درع واق» من الحرارة (Heat Shield).

- قبل دقيقتين من لحظة «الحط»، وعلى مسافة (9,6) كيلو متر، بدأت مظلة (براشوت) مثبتة في مؤخرتها في الانفتاح، لتحقق الاقتراب التدريجي الهادئ من سطح الكوكب. وبعد (20) ثانية، تم التخلص من الدرع الواقي من الحرارة بقذفه بعيدا عنها.

- قبل (80) ثانية من لحظة «الحط» أخذ «جزء الهبوط» (Lander)-الذي سنطلق عليه اسم «السفينة» للاختصار-يتدلى من حبل مشدود إليها. كما بدأ عداد الارتفاع الراداري الذي بالسفينة، في تسجيل المسافة إلى سطح الكوكب، وكانت وقتئذ آخذة في التناقص تدريجيا من (6,44) إلى (1,61) كيلو مترا.

- قبل (8) ثوان من لحظة «الرسو»، وعلى بعد (90) مترا من السطح، انتفخت أكياس كروية بالهواء، لتعمل كوسائد تقي جزء الهبوط في السفينة، من الارتطام بالسطح.

- قبل (4) ثوان من لحظة «الحط»، وعلى بعد بين (71 ,6) متر و (30 ,5) متر، بدأت صواريخ الدفع العكسية في الانطلاق، ثم بدأت السفينة في السقوط، محمولة داخل الأكياس الهوائية، وكانت ستة أكياس منها، تحمي كل جانب من جوانبها الأربعة، بالإضافة إلى مجموعة أكياس أخرى تمثل القاعدة السفلية لتعمل على امتصاص صدمة الهبوط. وقد كانت سرعة الهبوط عند ملامسة السطح (38 ,6)، كيلو مترا في الساعة. وحدثت قبل استقرار عملية «الحط»، ثلاثة ارتدادات إلى أعلى فوق السطح، دون أن تتأثر السفينة أو أجهزتها. وبعدما استقرت أوضاع مجموعة الأكياس تماما، بدأ تفريغها من الهواء المضغوط داخلها، وأخذت في الانكماش تدريجيا.

- ثم حانت اللحظة الحاسمة، عندما بدأت «السفينة» في الظهور، من بين الأكياس. وعندما بدأت الصور الملونة لمعالم المريخ، تتوالى في الظهور، تنفس طاقم المتابعة الصعداء. فقد كانت هذه أولى بوادر النجاح، ولكنها كانت لا تمثل إلا الحلقة الأولى من مسلسل طويل. ووقتئذ انتهت لحظات الترقب وتعالت صيحات الفرح بين طاقم المراقبة، وانبسطت أسارير العلماء إزاء هذا النجاح. لأن الخطوات التالية تعتبر أكثر أهمية عندما تبدأ السفينة في تنفيذ المهام المنوطة بها.

موقع الهبوط

اختار العلماء الموقع الذي هبطت فوقه السفينة «مستكشف الطريق»، بدقة بالغة. وقد اشترك في هذا الاختيار لفيف من علماء الفضاء، وآخرون من علماء الجيولوجيا. معتمدين في ذلك على آلاف الصور التي سبق جمعها من الرحلات التي ورد ذكرها في الأبواب السابقة، ولا سيما تلك التي التقطتها من الرحلات التي ورد ذكرها في الأبواب السابقة، وخاصة تلك التي التقطتها سفينتا «ڤايكنج 1 و 2».

ولقد وقع اختيارهم على منطقة تحمل اسم «وادي المريخ» (Mars Valley)،

أو (Ares Vallis)[*]، حيث تأكد العلماء من استواء سطحها إلى حد كبير، واحتوائها على قدر من الصخور صغيرة الحجم، التي يمكن أن يفيد وجودها في تشغيل الأجهزة التي تحملها السفينة. ويعتقد الجيولوجيون أن هذا «الوادي» قد تكون منذ زمن يتراوح بين (1,5) و (3) بلايين سنة، بفعل طوفان عارم في مثل ضخامة طوفان سيدنا نوح.

ويقدر العلماء أن حجم المياه التي تدفقت إلى هذا الوادي المنخفض، منحدرة من التضاريس المرتفعة التي حوله، يمكن أن يملأ خمس بحيرات كبيرة المساحة، من بحيرات الأرض.

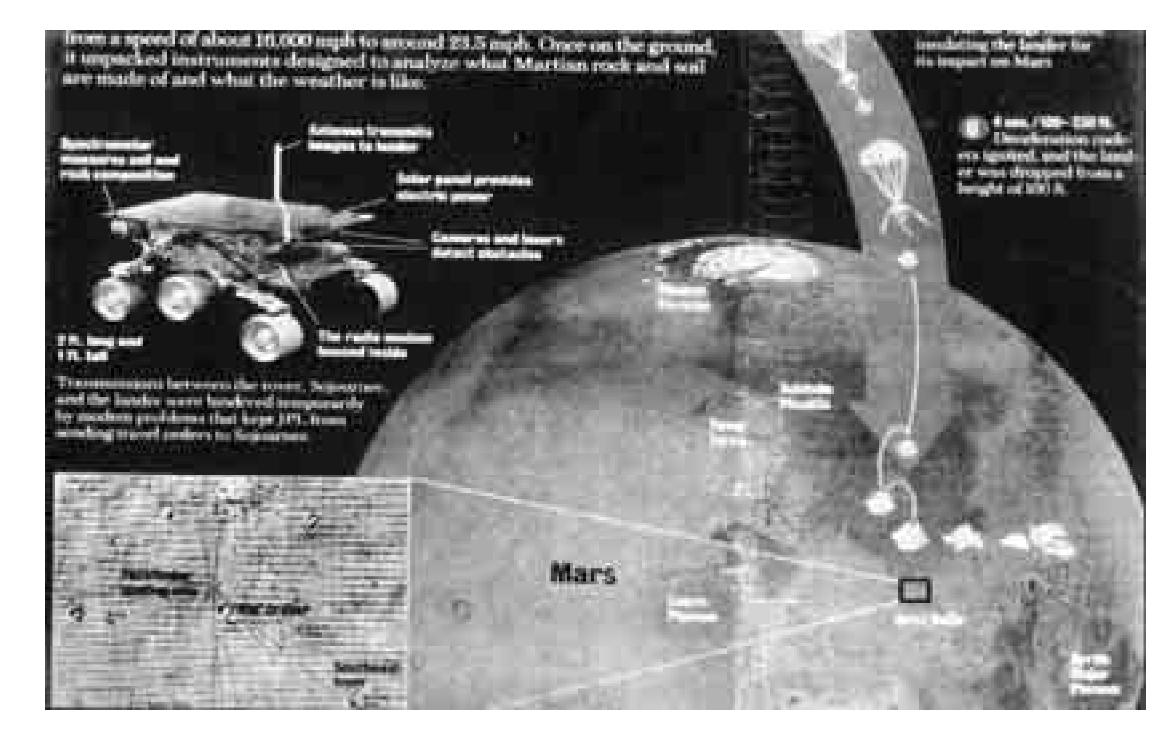
ولقد ظهرت هذه التضاريس المختلفة، على شاشات التليفزيون بوضوح شديد، أمام ملايين المشاهدين الذين كانوا يتابعون أنباء الرحلة في جميع أنحاء العالم. وكانت شبكة الأخبار العالمية الأمريكية (CNN) تنقل للمشاهدين، كل بضع دقائق، التطورات المثيرة لحركة السفينة فوق الكوكب الأحمر.

وكانت الصور حول موقع الهبوط، توضح هذه التضاريس بألوان يغلب عليها اللونان الأزرق والرمادي. وقد ظهر على مقربة من موقع السفينة حجر متميز الشكل، رباعي الأضلاع (Squarish). وقد فرح العلماء لوجوده، حيث كان يظهر واضحا، وداكن اللون أكثر مما حوله. ولكن الأهم من ذلك أنه لم تكن تكسوه أتربة، وكانت تنتشر على سطحه تشققات مميزة، ونتوءات غامضة. وقد عول العلماء على اكتشاف شيء جديد، إذا نجحوا في فحص تكوينه، إذ ربما تكون به علامات على كائنات حية.

غير أن الصور التليفزيونية أظهرت إلى جوار السفينة «عربة» صغيرة الحجم، بدت فوق ست عجلات مسننة.

وكان شكلها وحجمها يعبران عن دقة صنعها، رغم أنها كانت تبدو كلعب الأطفال. بينما هي في الحقيقة إنسان آلي «روبوت»، وهي التي ستقوم بالمهمة الأساسية في استكشاف المريخ. ولذلك احتوت على عدد من الأجهزة الدقيقة، اجتهد في تصميمها لفيف من العلماء الشبان. كما ظهر في الصور على السطح العلوي للعربة، لوح مستو داكن اللون، عليه مصفوفات من الخلايا الكهرو-ضوئية التي تستقبل ضوء الشمس، وتحوله إلى طاقة كهربائية لتغذية أجهزة العربة.

(*) (Ares) هو إلاه الحرب عند الإغريق.



موقع الهبوط وخطواته

العربة الجوالة

طوال ليل يوم الرابع من يوليو، وخلال نهار اليوم التالي، ظل العلماء في معمل الدفع النفاث في «باسادينا»، يواصلون العمل، لتحقيق الاتصال اللاسلكي بين السفينة و «العربة الجوالة» (Rover).



خط الأفق فوق المريخ وصخور سطحه

وكان العلماء يطلقون على هذه العربة اسم «سوجورنر» (Sojourner)، تيمنا باسم أحد المفكرين الأمريكيين الذين طالبوا بتحرير العبيد، خلال الحرب الأهلية الأمريكية.

وهناك حقيقة لابد من ذكرها، وهي أن «العربة الجوالة»، تعتبر إحدى مفاخر الصناعة الفضائية، لأنها من حيث التصميم والأداء قد حققت للعلماء ما كانوا يريدون من استكشافات عن سطح المريخ، بفضل أجهزتها بالغة الدقة.

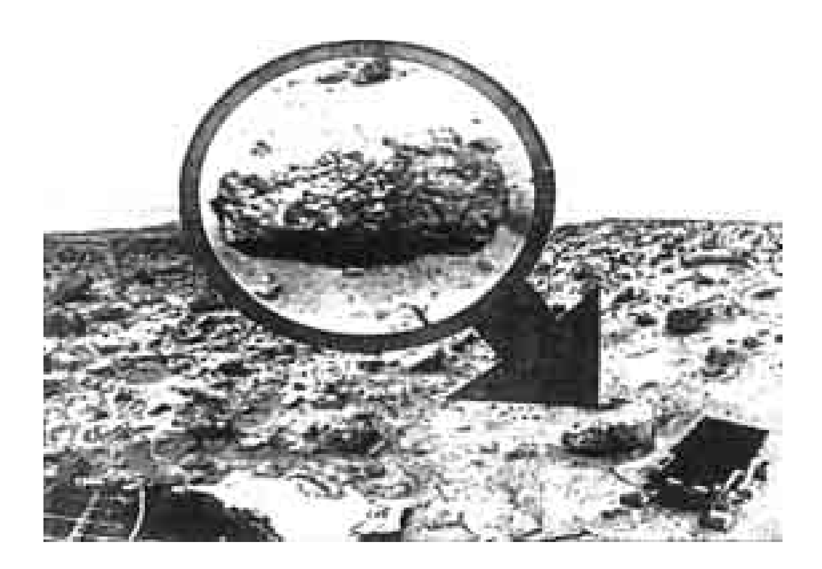
وترتكز العربة الجوالة فوق ست عجلات (Six Wheels)، كل منها لها حرية حركة مستقلة بواسطة مجموعة مفصلية. ويستقر فوق هذه العجلات، جسم العربة وسطحها العلوي، الذي وضعت تحته أجهزتها الدقيقة(2).

وأقصى ارتفاع يمكن أن يبلغه سطحها العلوي لا يتعدى (30) سنتيمترا، بينما لا يزيد طولها كله على (63 ,5) سنتيمترا. فهي في حقيقة الأمر إنسان آلي أو «روبوت»، لا يزيد حجمه على «سيارة» صغيرة، مثل لعب الأطفال.

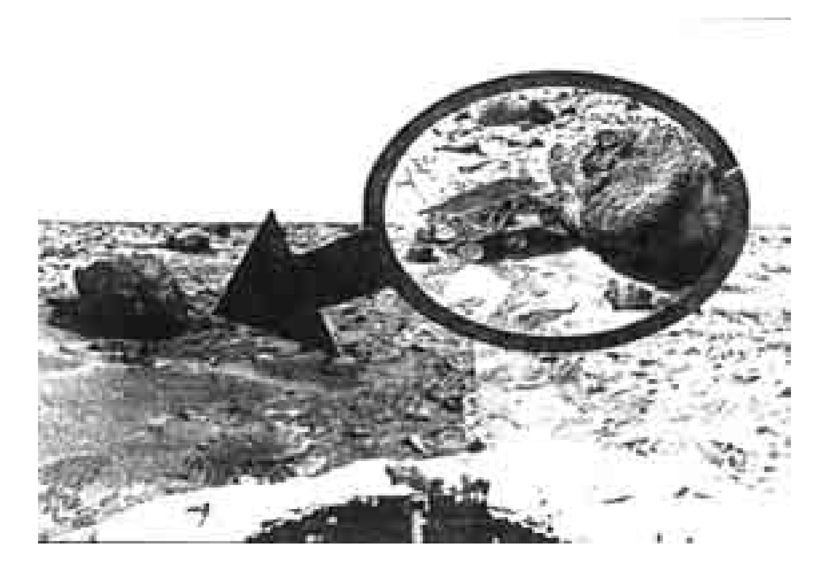
ولقد ساور القلق مراقبي الرحلة على الأرض، عندما عجزت العربة الجوالة في أول الأمر عن الحركة، لعدم وصول الإشارات اللاسلكية من السفينة إليها. ولقد قضى الفنيون ساعات طويلة، حتى اكتشفوا وجود إزاحة في ذبذبات الإشارات بينهما، حتى أمكن التغلب على هذا العطل الفني بعد ظهر اليوم التالي. وبعدئذ بدأت أرجل العربة الجوالة في الحركة، وأصبحت مهيأة للقيام بأهم تجارب الرحلة، بعد الخروج من مكمنها في السفينة. وبعدها تحكم العلماء في رفع مستوى السطح العلوي للعربة الجوالة، إلى أعلى، بواسطة الروافع المفصلية (Rocker Suspension) المنثنية تحت جسمها المعدني، ولقد تصورها البعض كأنها قط كان في سبات عميق، ثم أخذ يتمطى بعدما استيقظ، حتى أخذ جسمه وضع الاعتدال. وعندئذ أصبح الهوائي الذي فوقها قائما في وضع رأسي فوق السطح، ليحقق نقل الإشارات بين العربة والسفينة. وأصبحت كاميرات التصوير وأجهزة تحديد المسافات التي تعمل بأشعة الليزر، في وضع يسمح ببدء العمل. وفي مؤخرة العربة يوجد أهم أجهزتها قاطبة، وهو جهاز «مقياس الطيف» (Spectrometer) الذي صمم لمعرفة التركيب الكيماوي لأتربة وصخور المريخ. أما جسم العربة من الداخل، فقد كان يحوي جهاز الإرسال والاستقبال اللاسلكية، الذي يتعامل مع السفينة.

ثم بدأت «العربة الجوالة» في الانزلاق فوق سلم معدني، برز في مقدمة ومؤخرة السفينة مائلا على سطح الكوكب، لتصبح «أول فاحص كوني» (Universe's First Areologist) يعمل بالتلامس مع السطح الذي يفحصه، بل هي أول جهاز متحرك فوق كوكب، يحمل أجهزة لم تستخدم من قبل.

(2) The philadelphia Inquirer (7 July 023 July) 1997.



العربة الجوالة تقترب من صخرة مريخية لتحليل عناصرها



العربة الجوالة تلامس صخرة مريخية لكشط سطحها

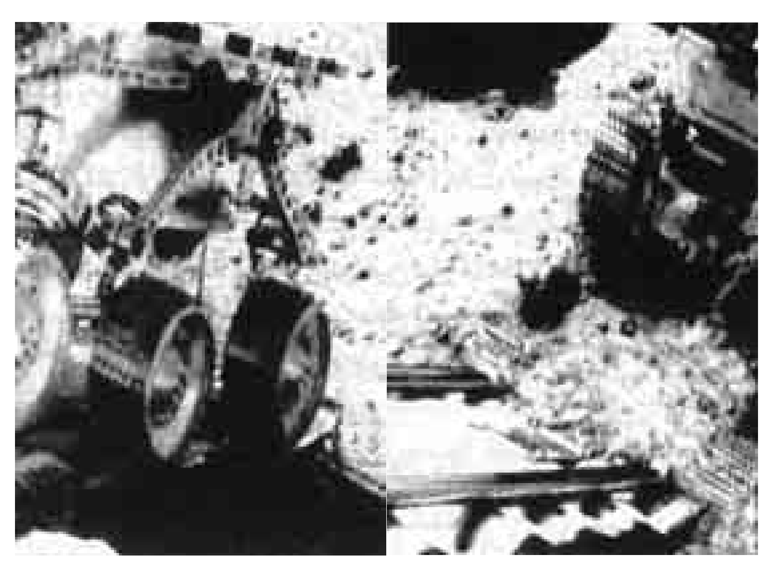
ويمكن تشبيه عمل هذا الجهاز، بأن مثله كمثل «كاهن» (Pontiff) يقوم بتقبيل أرض بلد جديد عندما يحل به. وكان التحكم في العربة الجوالة يتم حتى يتدلى مقياس الطيف، ويلمس التربة تحته. وعلى مدى الساعات العشر التالية، ظهر جهاز «ألفا بروتون لقياس الطيف بالأشعة السينية» (Alpha Proton X Ray Spectrometer - A. P. X. S)، يقوم بقذف تربة المريخ بوابل (Barrage) من جزيئات «ألفا» المكونة من (2) بروتون و (2) نيوترون. مستمدا هذه الجزيئات من مصدر مشع يتمثل في عنصر «كوريوم-244» (Curium-244). فتقوم جزيئات «ألفا» بإثارة الذرات في التربة، حتى تصدر عنها إشعاعات سينية، أو بروتونات. الأمر الذي يمكن العلماء بعد قياس أعداد البروتونات وشدة الإشعاعات، من معرفة عناصر التكوين الكيميائي التي في تربة المريخ. ولقد استلفت نظر العلماء، الغطاء ذو اللون الأحمر الذي يكسو أغلب سطح الكوكب. ولذلك عمدوا إلى قذف عينات منه بنوايا غاز الهيليوم (Helium Nuclei)، فأتت نتائج التحليلات مؤكدة أن التربة غنية بعنصر الحديد، كما سبق معرفته من تحليلات السفينتين «ڤايكنج» من قبل[3].

وقد كان تدفق هذه المعلومات متصلا، بين الكوكب الأحمر، وهو على بعد (180) مليون كيلو مترا، وبين فريق العلماء المتابعين للحركة على الأرض عبر الحواسب الإلكترونية. ولكي تكتمل حلقات المتابعة فقد كان كل فرد من طاقم المحللين، يرتدي نظارة خاصة (Goggles)، تقوم بتجسيم الصور وجعلها ثلاثية الأبعاد. وكان رئيس طاقم المحللين يتخذ القرارات اللازمة لتحريك العربة الجوالة من مكان لآخر. وإحدى المهام الصعبة تمثلت في تحريكها نحو الصخرة الرمادية اللون ذات الشكل الرباعي والتي تشبه الدب، والتي سبقت الإشارة إليها. وقد بدأت العربة الجوالة الاقتراب منها مستخدمة خمسا من عجلاتها، بينما كان المراقبون يقومون بالتحكم في العجلة السادسة للحفر في التربة المجاورة لها. وقد أظهرت كاميرات التصوير أن جاروف (Shove) العربة، قد كشط طبقة رقيقة من القشرة التي تكسو سطح الكوكب. وكان يلزم توخي الحيطة والحذر في التحكم في حركة العربة، حتى لا تتعرض لعطل جديد. وقد عبر أحد المراقبين عن هذه

(3) Time : 21 July - 1997.



سطح الخربة الجوالة وعليه الخلايا الكهرو-ضوئية



الحركة المفصلية لعجلات العربة الجوالة

العربة الجوالة تنحدر من الفينة فوق سلم

العملية الدقيقة، بأنهم قد استخدموا العربة الجوالة، وكأنها «بولدوزر» (Bulldozer) يجرف التربة. فقد كانت العربة تتحرك للأمام حتى تلامس الصخرة، وتتقهقر للخلف لتجرف بعضا من التراب الناعم، ثم تعاود الحركة عدة مرات.

وكانت حركة الاتصال اللاسلكي تتم بين الأرض والعربة فوق سطح المريخ خلال زمن قدره عشر دقائق. وتقوم السفينة «باث فيندر» بنقل هذه التعليمات إلى العربة بواسطة أشعة الليزر تحت الحمراء، (Infrared Lasers). وإحدى المهام التي أولاها العلماء اهتماما خاصا، كانت توجيه العربة الجوالة نحو صخرتين، ظهرتا بلون أبيض مثير للانتباه. إذ كانوا يأملون في اكتشاف أي علامات لإحياء دقيقة عليهما. لكن تبين لهما أن هذا اللون مرجعه إلى رواسب تسبب في وجودها الماء، الذي غمر سطح المريخ من قبل.

ولتجنب أي صعوبات فقد كانت سرعة (زحف) العربة الجوالة، لا تتجاوز (1,25) سنتيمتر في الثانية.

ولقد وضع العلماء تصميم العربة الجوالة بحيث يمكنها أن تستمر في أداء مهامها على مدى أسبوع كامل بكفاءة (100٪)، ثم تقل الكفاءة تدريجيا



طاقم المحليين يرتدون نظارات لتجسيم الصور

لتصل إلى 75٪ بعد أسبوعين، لأن بطاريات العربة تتأثر بدرجة الحرارة العالية على الكوكب. ولنفس السبب وضعت الأجهزة الإلكترونية للعربة داخل صناديق، ولتقيها أيضا من الغبار.

ولكن الأخبار التي توالت عن الرحلة حتى نهاية شهر يوليو 1997، أوضحت أن العربة «سوجورنر»، ما زالت تعمل. وأنه أمكن توجيهها لمسافة خمسة أمتار صوب منطقة تضم صخورا ذات لون مميز. وفي نهاية الأسبوع الأول من شهر أغسطس 1997، أي بعد مرور أكثر من شهر على بداية الرحلة، كانت العربة الجوالة ما زالت قادرة على الحركة، وفقا لأوامر مركز المتابعة. ولذلك وجهت في 6 أغسطس 1997 إلى منطقة يطلق عليها «حديقة الصخور»، ووصف المراقبون هذه المهمة بأنها احتفال بمد فترة عملها على المريخ. وكانت الأوامر قد صدرت إليها في اليوم السابق، بإغلاق البطاريات الشمسية لمدة (24) ساعة حتى يعاد شحنها، استعدادا لإزاحة طبقة غبار على إحدى الصخور، لإخضاعها لمزيد من الدراسة.

وليس خافيا، أن الهدف الأساسي هو التوصل إلى إجابة شافية، لسؤال طرح منذ مئات السنين، دون أن يجد إجابة شافية، وهو هل كان المريخ، أو ما زال مناسبا للاحتفاظ بلون من ألوان الحياة على سطحه أو في تربته؟

نقل الصور من المريخ للأرض

قد يعن للبعض التفكير في كيفية نقل الصور التي تلتقطها أجهزة التصوير التي على العربة الجوالة، عبر المسافة الطويلة التي بين المريخ والأرض، والتي كانت وقت الرحلة (180) مليون كيلومتر. فالتقدم الذي أحدثته ثورة الإلكترونيات في الأجهزة الفضائية بإرسال الإشارات بطريقة التشفير الرقمي (Digital)، جعل الأمر سهلا. وإذا ما تتبعنا دورة الاتصالات لنقل الصور من المريخ إلى الأرض، فإنها كانت تتم وفقا للخطوات التالية :

- تقوم كاميرات التصوير الإلكترونية التي في كل من السفينة والعربة الجوالة، بالتقاط الصور لمعالم المريخ المحيطة بهما.

- يتم تشفير الخطوط الضوئية للصور داخل الكاميرات بتحويلها إلى أرقام، بوساطة وحدة كشف (Detector). وتتكون كل مجموعة، من خمسة أرقام كودية، تبث في الفضاء بعد تحويلها إلى إشارات لاسلكية. فإذا كانت الصورة ملونة، فإن هذه العملية تتكرر ثلاث مرات باستخدام مرشحات

للألوان الخضراء والحمراء والزرقاء.

- توجه الإشارات من «العربة الجوالة»، إلى «السفينة»، ومنها إلى الأرض بواسطة الهوائي المثبت فوقها. ولقد أقيمت على الأرض ثلاث محطات استقبال ذات هوائيات طبقية «صحون» ذات أقطار كبيرة. واختيرت مواقع هذه المحطات بدقة بالغة في ولاية كاليفورنيا الأمريكية، وفي إسبانيا وأستراليا، لكي تستقبل الإشارات التي تبثها السفينة، حسب مواجهة صحن الهوائي لموقعها على سطح المريخ. ويستغرق وصول هذه الإشارات من الكوكب إلى الأرض، مدة قدرها عشر دقائق.

- ثم يعاد إرسال هذه الإشارات، ببثها إلى قمر صناعي مخصص لهذا الغرض، إذا كانت الإشارات قد استقبلت في إسبانيا أو أستراليا، أو عبر كوابل إذا كانت قد استقبلت في كاليفورنيا. وبأي من هاتين الوسيلتين، تصل الإشارات إلى معمل الدفع النفاث في «باسادينا»، حيث غرفة المتابعة والتحكم الرئيسية.

- وفي هذا المعمل كان العلماء يغذون الحواسب الإلكترونية بهذه الإشارات لفك شفرتها لتتحول إلى أضواء فتتكون من مجموعها الصور. وكانت بعض هذه الصور تنشر عن طريق شبكة الإنترنت.

وخلال الأسبوع الأول من الرحلة تجمعت أمام العلماء (1700) صورة واضحة المعالم للكوكب، تميزت بأنها ثلاثية الأبعاد، كما تميزت أيضا بأنها شاملة لجميع الاتجاهات حول منطقة هبوط السفينة.

ردود الأفعال حول الرحلة

تعددت ردود الأفعال حول نجاح رحلة «باث فيندر»، كما لم تتعدد حول أي رحلة فضاء من قبل، حتى تلك التي كان رواد الفضاء يهبطون فيها على القمر. خاصة أن توقيت تنفيذها يأتي بعد انتشار البث التليفزيوني المباشر، بما يطلق عليه «ثورة الدش»، والذي تحولت قارات العالم بسببه إلى قرية إلكترونية صغيرة، تنتشر في كل أرجائها الشاشات التليفزيونية، وتقتحم البرامج التليفزيونية المنازل والمنتجعات، دون ما مراقبة من السلطات أو الحكومات، وذلك لكثرة الأقمار الصناعية للاتصالات.

- فعلى المستوى «الجماهيري»، أفلحت الدعاية الأمريكية، في جعل هذا

النجاح الفضائي، حدثا عالميا، يملأ الأسماع والأبصار في كل بلاد المعمورة.

- وعلى المستوى «الرسمي» بادر «آل جور» (Al Gore) نائب الرئيس الأمريكي بعمل اتصال تليفوني، لتهنئة المسؤولين في وكالة الفضاء الأمريكية «ناسا»، بهذا النجاح، معبرا عن إعجابه بالمبدأ الجديد الذي بدأته الوكالة في هذه الرحلة، والذي وصف بأنه «الأفضل والأرخص والأسرع».

- وعلى المستوى «العلمي» وضحت بوادر نجاح خطة الوكالة لاستكشاف المريخ بإرسال سفينة فضاء من نفس جيل «باث فيندر» كل 26 شهرا. حتى تتمكن إحداها من العودة إلى الأرض، حاملة عينات من صخوره وتربته قرب عام 2005. وذلك حتى يتأكد العلماء مما إذا كان هذا الكوكب يماثل الأرض في احتوائه صورا من صور الحياة، من عدمه. وحتى تنتهي مراحل الاستكشاف، بإرسال رحلات مأهولة برواد إلى المريخ قبل عام 2019.

- وعلى المستوى «التنفيذي»، فقد صرح «جولدين» (Goldin) مدير وكالة «ناسا»، بأن المسؤولين في مركز «جونسون» الفضائي، على وشك الانتهاء من وضع خطة لرحلة فضاء تحمل روادا للهبوط على سطح المريخ، وفقا للمعلومات التي تناهت إليهم. وأن التقدير الابتدائي لتكاليفها قد يكون قريبا من (20) مليار دولار. وأن التفكير المبدئي المتوافر حاليا، هو احتمال مشاركة بعض الدول الأخرى في تحمل بعض هذه التكاليف. وأن الوكالة بصدد إعداد خطة تنفيذية، للقيام بهذه المهمة، ستقوم بعرضها على الرئيس الأمريكي، في أوائل القرن المقبل.

- أما على المستوى «الفني، فقد أوضح المهندسون الخطوات التي تميزت بها الرحلة، والتي لم يسبق تطبيقها في سفن فضاء من قبل. ومن أهمها أن السفينة «باث فيندر» هبطت على المريخ مباشرة، دون حاجة ما إلى الدوران حوله، رغم أن سرعة سفرها عبر الفضاء تدرجت من (19300) كيلو متر في الساعة، حتى بلغت (25700) كيلو متر في الساعة، قبل بدء عملية الهبوط.

كما أوضحوا أن مسار الرحلة تم بطريقة مبتكرة، بحيث تدخل السفينة الغلاف الجوي للمريخ بسرعة بطيئة. وتحدد توقيت الهبوط، بحيث يتم فوق النصف المظلم من الكوكب. ولقد اتبع أسلوب جديد لتهدئة السرعة، بواسطة «معجل» (Accelerometer)، قام بتنظيم عمله برنامج على الحاسب الإلكتروني، ينتهي بإطلاق وابل يتكون من (41) قذيفة نارية. وبعد بدء

دخول الغلاف الجوي للمريخ بدقيقتين، أخرجت طلقة نارية مظلة الهبوط «البراشوت» التي قطرها (7,3) متر، لتكبح السرعة بنسبة 80٪. ثم توالت القذائف النارية واحدة إثر الأخرى، حتى تم التخلص من الدرع الواقي للسفينة من حرارة الاحتكاك بالغلاف الجوي للكوكب. ثم توالت بعد ذلك خطوات الهبوط والرسو فوق الوسادات الهوائية. ولعل السبب الذي جعل الوسادات الهوائية ترتد إلى أعلى ثلاث مرات، هو أن خطة الهبوط كانت تقتضي توقف هبوط السفينة نحو سطح الكوكب تماما، وهي على ارتفاع (36,46) متر. وعندما سجل العداد الراداري هذا الارتفاع، بدأت الأكياس الهوائية التي تحمي جوانب السفينة، في الانتفاخ بسرعة «فوق-صوتية» (Supersonic)، ثم أخذت المجموعة كلها تهبط نحو سطح الكوكب بالتثاقل.

نتائج الرحلة

يعتبر العلماء أن السفينة «باث فيندر» حوت جهازين مبتكرين، كانا سببا أساسيا في نجاح مهمتها، وهما :

- العربة الجوالة «سوجورنر»
- الكاميرا الاستريوسكوبية، المزودة بعدد (24) مرشحا للألوان.

- ولقد كان ابتكار هذين التصميمين سببا في نقل صور مجسمة وملونة وواضحة التفاصيل، حول الوادي الذي هبطت عليه السفينة. وهو أمر يختلف كثيرا عن الصور التي التقطتها السفينتان «ڤايكنج 1 و 2» عام 1976. وبها تأكد حدوث الفيضانات التي غمرت هذا الوادي بالمياه منذ ملايين السنين. وقد يعطي هذا تفسيرا جديدا لكيفية نشأة الكون، وكيفية بدء الحياة على الأرض.

- إذا تم التوصل إلى معرفة العناصر والمركبات التي تتكون منها مرتفعات المريخ، فقد يحل ذلك بعض المعضلات المبهمة. وأولاها: هل حقيقة أن النيازك التي عثر عليها في المنطقة القطبية الجنوبية[*1] «أنتاركتيكا» أتت فعلا من مرتفعات المريخ؟. فهذا التساؤل هو سبب البلبلة التي جعلت كثيرا من العلماء يتشككون فيما أعلنته وكالة «ناسا»، حول عثورها على دلائل حياة في صخرة، قيل إنها سقطت من المريخ.

(*1) انظر الباب العاشر.

- لا شك في أن علماء الجيولوجيا، سيجدون معلومات غزيرة فيما ستنقله هذه الرحلة، وعما يمكن أن يكون ما زال مخبوءا تحت سطح المريخ من ماء أو كائنات حية دقيقة.

- فوجئ العلماء الذين عكفوا على تحليل الصور التي أتت من السفينة «باث فيندر» بأن المريخ أكثر شبها بالأرض من القمر. فقد أوضحت التحاليل أن نسبة عنصر «السليكا» على صخور المريخ، شديدة القرب من نسبتها على الأرض. بينما لا توجد هذه المادة في صخور القمر. كما فوجئ العلماء أيضا، باستخلاص معلومات بأن سطح المريخ له خواص مغناطيسية عالية.

- كانت الميزانية التي رصدت لرحلة «باث فيندر» (171) مليون دولار، سببا في استحداث فلسفة جديدة لتنفيذ الرحلات الفضائية. بالاعتماد أساسا على لفيف من العلماء الشبان البارعين في استخدام برامج الحواسب الآلية، لابتكار تصميمات جديدة. وبذلك تحققت سياسة «الأفضل والأسرع والأرخص» بطريقة فعالة، لأن أغلب العلماء الذين عملوا في هذا المشروع، لم يتعدوا الثلاثينيات من أعمارهم. ولولا ذلك لكانت الرحلة قد نفذت بالوسائل التقليدية، ولكن في عام 2003؟ وبتكاليف أكثر.

- لا شك في أن هذه الرحلة اختصرت فترة من البرنامج الزمني الذي سبق وضعه لاستكشاف المريخ، تقرب من عشر سنوات. ولا شك في أن هذا الأمر، ستكون له نتائجه في المستقبل القريب، بعد أن تنتهي تحليلات نتائج الرحلة.

المؤلف في سطور:

م. سعد شعبان

* مهندس له تخصص مزدوج في الإلكترونيات، ويحمل درجة الماجستير في الملاحة الجوية.
* لواء متقاعد، ووزير سابق.
* نشر له (36) مؤلفا منها (15) حول الفضاء، والباقي حول علوم الطيران وتبسيط العلوم.
* نشرت له مئات المقالات حول الطيران والفضاء في المجلات والصحف العربية في الكويت والسعودية والأردن وقطر ودولة الإمارات ومصر.
* رأس تحرير ثلاث مجلات عسكرية وثقافية، وسلسلة كتب لتبسيط العلوم.
* حصل على جائزة الدولة التشجسعسة في تبسيط العلوم عام 1986، وعلى جائزة اليونسكو «كالينجا» لنشر الثقافة العلمية عام 1989، بالإضافة إلى عدة جوائز أخرى.
* أستاذ سابق للدراسات العليا بكليات العلوم، وأكاديمية ناصر العسكرية.
* عضو اللجنة العليا للفضاء بأكاديمية البحث العلمي والتكنولوجيا.
* متحدث إذاعي وتلفزيوني أذيعت له مئات البرامج.
* محكم دولي في منظمة اليونسكو لجائزة نشر الثقافة العلمية.
* عضو مجلس أمناء اتحاد الإذاعة والتليفزيون، بجمهورية مصر العربية.



لماذا ينفرد الإنسان بالثقافة؟

تأليف: مايكل كاريزرس

ترجمة: شوقي جلال

ورئيس اللجنة الهندسية بالمجلس.

* عضو مجلس إدارة شركة الأقمار الصناعية المصرية.

هذا الكتاب

شغل العالم مؤخرا بهبوط السفينة الأمريكية «البحث عن طريق» (باث فايندر) على المريخ، وخروج سيارة صغيرة منها تحركت على سطحه بتحكم أرضي. ومن قبل ثار الجدل حول اكتشاف دلائل حياة بدائية في نيزك يظن أنه سقط من المريخ. والمريخ كوكب مثير، وظل محل اهتمام العلماء منذ عدة قرون حتى عصر الفضاء.

وهذا الكتاب يسيجل الجهود الخاصة برصده والتعرف على جوه وسطحه وتربته وقمريه، في مختلف العصور والحضارات.

ويركز على المشاريع الفضائية الحديثة الأمريكية والسوفييتية ثم الروسية، ويبرز رحلة (باث فايندر) وما سجلته أجهزة السيارة الروبوتية عليه. كما يوضح الكتاب السيناريوهات الموضوعة لتحقيق الهدف القومي الأمريكي، لهبوط إنسان على المريخ قبل عام 2019، والذي تشير الدلائل إلى أنه سيتحقق بتعاون دولي.

ومن المشرف أن يقدم لهذا الكتاب-الذيكتبه مؤلف متخصص- العالم العربي «الدكتور فاروق الباز»، الذي يحتل مكانة عالمية بين علماء الفضاء.